



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

MODERNÍ TRENDY V OBLASTI PŘEVODOVÝCH SYSTÉMŮ

RECENT TRENDS OF TRANSMISSION SYSTEMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Macháček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Hejtmánek, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Jakub Macháček**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **Ing. Petr Hejtmánek, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Moderní trendy v oblasti převodových systémů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vytvoření uceleného přehledu moderních technických řešení používaných v oblasti převodových systémů osobních automobilů a jejich srovnání s konvenčním řešením.

Cíle bakalářské práce:

1. Stručný souhrn konvenčních převodových systémů.
2. Detailní popis moderních metod v oblasti převodových systémů.
3. Zamyšlení nad možným vývojem této oblasti v budoucnosti.

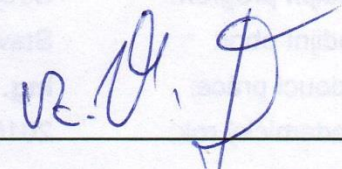

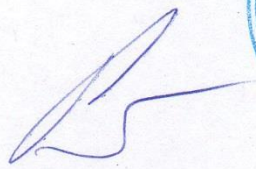
Seznam doporučené literatury:

JAN, Zdeněk, ŽDÁNSKÝ, Bronislav a ČUPERA, Jiří. Automobily (2): Převody. Brno: Avid, spol. s r.o., 2009. 155 s. ISBN 978-80-87143-12-4.

LECHNER, Gisbert, NAUNHEIMER, Harald. Automotive Transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1999. 470 s. ISBN 3-540-65903-X.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne 20.10. 2016



prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty



ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na aktuální trendy převodových systémů pro osobní automobily. Úvod práce je věnovaný rozdělení převodovek. Poté následuje podrobný popis jednotlivých konstrukcí převodovek, včetně způsobu ovládání. Součástí je také porovnání vlastností jednotlivých konstrukcí. Závěr práce obsahuje netradiční konstrukce a zamyšlení nad vývojem převodových systémů v budoucnu.

KLÍČOVÁ SLOVA

převodovka, manuální, automatická, DSG, CVT, Zeroshift

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on current trends of car transmission systems. The introduction of the work is dedicated to gearbox distribution. Then, individual types of construction are described in detail, including the way of control. There is a comparison of types of construction. The conclusion contains non-traditional construction and reflection on future developments of transmission systems.

KEYWORDS

gearbox, manual, automatic, DSG, CVT, Zeroshift



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MACHÁČEK, J. *Moderní trendy v oblasti převodových systémů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 49 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Hejtmánek, Ph.D.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Petra Hejtmánka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. května 2017

Jakub Macháček



PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Ing. Petru Hejtmánkovi, Ph.D. za poskytnuté cenné rady, ochotu a spolupráci při zpracovávání bakalářské práce. Dále děkuji své rodině, zejména rodičům, za podporu při studiu na vysoké škole.



OBSAH

Úvod	10
1 Rozdělení převodovek	11
1.1 Podle druhu řazení rychlostních stupňů	11
1.2 Podle způsobu změny převodového poměru	11
1.3 Podle druhu převodů	12
2 Současné převodové systémy	13
2.1 Manuální převodovky	13
2.1.1 Dvuhřídelové převodovky	13
2.1.2 Tříhřídelové převodovky	14
2.1.3 Řazení převodových stupňů	16
2.1.4 Řadící mechanismy	18
2.1.5 Sedmistupňová manuální převodovka	20
2.2 Samočinné stupňové převodovky – konvenční konstrukce	21
2.2.1 Hydrodynamický měnič	22
2.2.2 Planetová soukolí a lamelové brzdy	23
2.2.3 Ovládání převodovky	24
2.2.4 9G-Tronic	25
2.2.5 Tiptronic S	26
2.2.6 ZF Friedrichshafen ag	26
2.2.7 Desetistupňová převodovka	27
2.3 Samočinné stupňové převodovky – dvoutoké převodovky	28
2.3.1 Konstrukce a princip	28
2.3.2 Ovládání	29
2.3.3 DSG	30
2.3.4 Porsche PDK	30
2.3.5 PowerShift	31
2.3.6 Tříspojková převodovka	31
2.4 Samočinné stupňové převodovky – robotizované manuální	32
2.4.1 Konstrukce a princip	32
2.4.2 Ovládání	32
2.4.3 ASG	32
2.4.4 AGS	33
2.5 Samočinné bezstupňové převodovky	34
2.5.1 Konstrukce a princip	35
2.5.2 Ovládání Variátoru	36



2.5.3	Multitronic	36
2.5.4	Lineartronic	37
3	Netradiční konstrukce.....	39
3.1	Ferrari FF	39
3.2	Zeroshift.....	41
	Závěr.....	45
	Použité informační zdroje.....	47
	Seznam použitých zkratek a symbolů	49



ÚVOD

Převodovky představují nedílnou součást každého stroje s motorem, kde je potřeba měnit otáčky, smysl otáčení a velikost točivého momentu na výstupní hřídeli. Patrně nejznámější použití převodovek je ve vozidlech se spalovacím motorem. Spalovací motor má pouze úzké rozpětí otáček, ve kterém lze využít jeho potenciálu, převodovky nám zajišťují, že je toto spektrum využíváno co nejdéle. Převodovky také umožňují hospodárny provoz. Ve velkých rychlostech nejsou potřeba velké hnací síly, což zajišťují nejvyšší rychlostní stupně, naopak při rozjezdu stačí malé rychlosti, ale je třeba velkých hnacích sil.

Převodovky lze dělit podle mnoha hledisek, v úvodu práce jsou proto uvedeny kritéria, dle kterých se převodovky obvykle rozdělují. V bakalářské práci jsou převodovky rozděleny do třech velkých skupin. Manuální převodovky představující nejstarší, nejjednodušší a doposud nejpoužívanější typ. Samočinné stupňové převodovky představují další konstrukční typ, který lze dále dělit na tři podskupiny. Poslední typ představují samočinné bezstupňové převodovky. Přestože se manuální převodovky používají nejčastěji, během posledních let masivně narůstá počet automatických převodovek.

Hlavní část práce je věnována podrobnému popisu jednotlivých konstrukčních skupin podle zvoleného rozdělení. U každé konstrukce jsou popsány základní funkční prvky, způsob přenosu točivého momentu mezi vstupním a výstupním hřídelem převodovky a systém ovládání z místa řidiče. Nedílnou součástí je také porovnání předností a nedostatků jednotlivých konstrukcí. U každé skupiny je vždy uveden nějaký konkrétní zástupce. Poslední část práce představuje dvě netradiční konstrukce dosavadního vývoje převodových systémů.



1 ROZDĚLENÍ PŘEVODOVEK

Převodovky tvoří nedílnou součást každého motorového vozidla. Primárními úkoly každé převodovky je zajistit:

- Změnu točivého momentu a otáček (rychlosti) v závislosti na aktuálních podmínkách
- Při spuštění motoru umožnit stání vozidla – neutrál
- Reverzaci – změna smyslu otáček pro jízdu vzad

Další požadavky představují především minimalizace ztrát mechanických pohybů, snadná ovladatelnost z místa obsluhy, nízká hmotnost, přijatelné zástavbové rozměry a zcela jistě spolehlivost. U speciálních strojů nebo traktorů mohou tvořit nosný prvek, případně zvyšovat tuhost rámu, nicméně toho se u osobních vozidel nevyužívá. Převodovky můžeme rozdělit vždy na několik typů podle různých hledisek, které zohledňují jejich konstrukci, ale i způsob používání. [1], [2], [3]

1.1 PODLE DRUHU ŘAZENÍ RYCHLOSTNÍCH STUPŇŮ

- **Převodovky s přímým řazením - manuální**

K řazení je nutná síla vyvolaná řidičem, která musí uvést do pohybu řadicí páku a zajistit sešlápnutí spojkového pedálu.

- **Převodovky s nepřímým řazením - poloautomatické**

K řazení je potřeba nejen určitého pohybu vykonaného řidičem, ale i přídavného zařízení jako např. tlaku vzduchu či kapalin, elektromagnetických sil nebo síly od pružiny. Tyto převodovky se nejčastěji používají u nákladních vozidel, kde je potřeba vyvinout velké síly pro řazení.

- **Samočinné převodovky - automatické**

Tyto převodovky primárně nepotřebují k řazení žádný zásah řidiče. Změnu převodových stupňů zajišťuje řídící jednotka, která vyhodnocuje okamžité jízdní podmínky a zvolí nejlepší převod. Řídící jednotka vyhodnocuje například rychlost vozidla, otáčky motoru, jízdní odpory, zvolený jízdní styl, ale i chování řidiče.

1.2 PODLE ZPŮSOBU ZMĚNY PŘEVODOVÉHO POMĚRU

- **Stupňové převodovky** – představují klasické převodovky s čelními ozubenými koly, případně planetové převodovky. Při jejich řazení dochází k přerušení toku točivého momentu.



- **Plynulé převodovky** – jedná se o hydrostatické, elektrické nebo řemenové převodovky. Ke změně převodového poměru dochází plynule v závislosti na jízdním režimu a bez přerušení toku točivého momentu.

1.3 PODLE DRUHU PŘEVODŮ

Převodovky s ozubenými koly označované také jako předlokové jsou stále nejpoužívanějším typem převodovky, využívající přenosu točivého momentu přes čelní ozubená kola.

- **Dvouhřídelové** – o přenos točivého momentu se stará pro každý převodový stupeň vždy jeden pár ozubených kol.
- **Tříhřídelové** – přenos točivého momentu zajišťuje pár ozubených kol příslušného převodového stupně a soukolí stálého záběru, mimo přímého záběru.
- **Rozdělovací** – slouží k rozdělování točivého momentu mezi jednotlivé poháněné nápravy užitkových a nákladních vozidel.
- **Vícenásobné** – slouží k lepšímu využití výkonového potenciálu motorů užitkových a nákladních vozidel násobením počtu převodových stupňů.
- **Planetové** – jejich ozubená kola jsou neustále v záběru. Bržděním jednotlivých kol poté získáváme různé převodové stupně, čímž dostáváme možnost řazení pod zatížením. Tento systém je dodnes využíván zejména automatických převodovek s hydrodynamickým měničem.

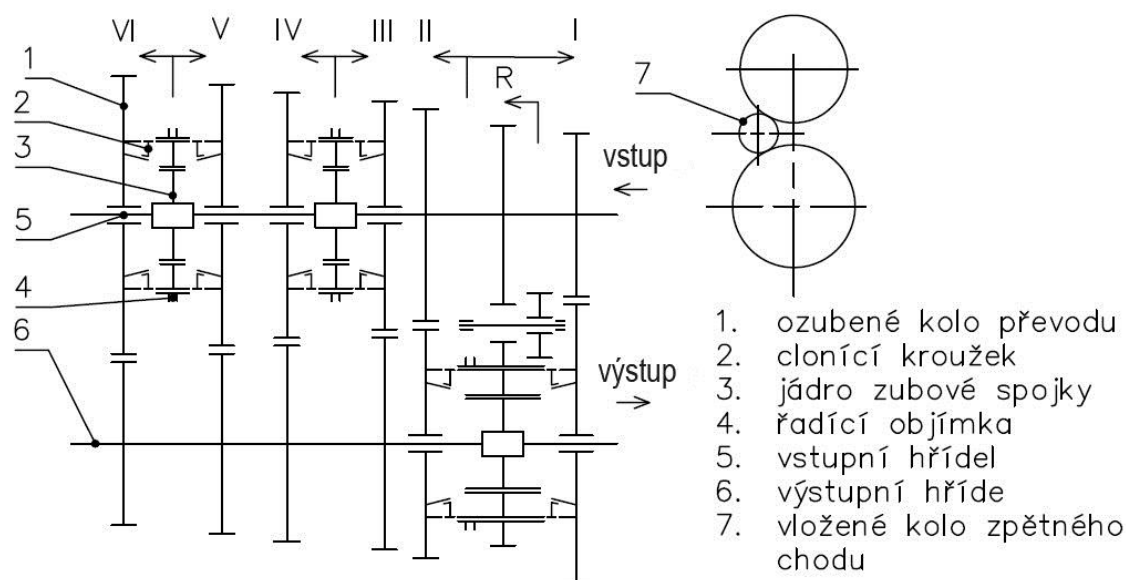
Dalším představitelem jsou převodovky třecí, kde jsou převody tvořeny třecími koly, změnou jejich vzájemné polohy se mění převodový poměr. Převodovky hydrodynamické využívající spojení planetové převodovky a hydrodynamického měniče točivého momentu. Poslední významnou skupinou jsou převodovky využívající k přenosu točivého momentu klínový řemen. Nejznámějším představitelem tohoto typu je převodovka CVT (Continuously Variable Transmission).

2 SOUČASNÉ PŘEVODOVÉ SYSTÉMY

Osobní automobily v současné době využívají celou řadu převodovek, nicméně je lze rozdělit do třech základních skupin, manuální, samočinné stupňové a samočinné s plynule měnitelným převodem. V rámci každé skupiny existuje více konstrukčních řešení. V současné době se konstrukce převodovek výrazným způsobem nemění, nicméně znatelným způsobem se navyšuje počet převodových stupňů. S tím úzce souvisí vysoké nároky na komfortní obsluhu převodovky, což samozřejmě vede k automatizaci. Navyšování počtu stupňů však nemá až tak zásadní vliv na jízdní komfort řidiče nebo dynamiku jízdy. Jde především o stále přísnější požadavky na snižování emisí CO_2 , což vede automobilky k tomu, že se při homologačních testech snaží udržet co nejnižší otáčky motoru.

2.1 MANUÁLNÍ PŘEVODOVKY

Prvním a konstrukčně nejstarším typem převodovky je manuální převodovka (Obr. 1). Jak napovídá název, u tohoto typu veškeré řazení a ovládání převodovky je prováděno manuálně obsluhou. Řidič má k dispozici spojkový pedál a řadicí páku a v závislosti na rychlosti vozidla, otáčkách motoru a vlastním uvážení řadí jednotlivé převodové stupně. V současné době však výrazným způsobem narůstá počet automatických převodovek, nicméně ve vozech nižších a středních tříd se stále nejčastěji objevuje manuální převodovka. Z konstrukčního hlediska je můžeme rozdělit na dvouhřídelové a tříhřídelové. Tato kapitola byla zpracována pomocí [1], [2] a [3].



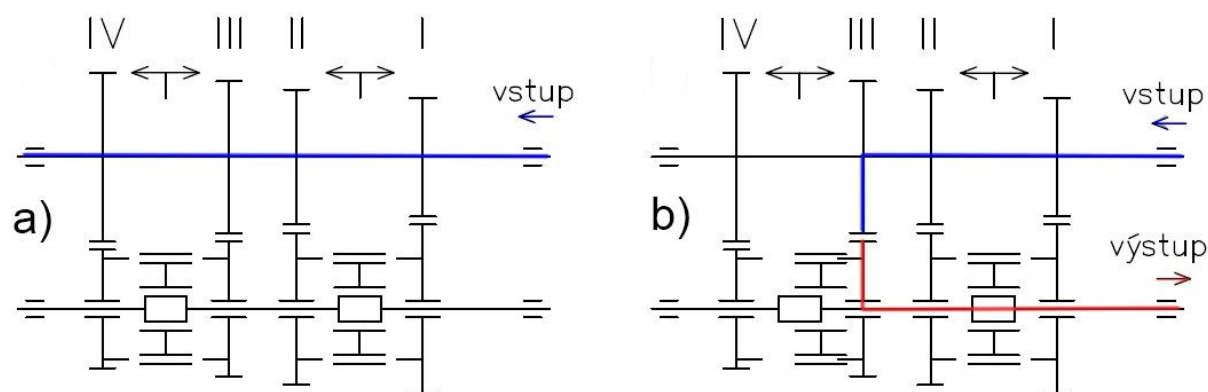
Obr. 1 Schéma dvouhřídelové šestistupňové manuální převodovky: vstup - točivý moment od motoru; výstup - točivý moment na stálý převod

2.1.1 DVOUHŘÍDELOVÉ PŘEVODOVKY

Základ tvoří vstupní a výstupní hřídel uložené vedle sebe, proto tyto převodovky bývají označovány jako deaxiální nebo nesouosé. Vstupní hřídel je přes spojku spojený s motorem



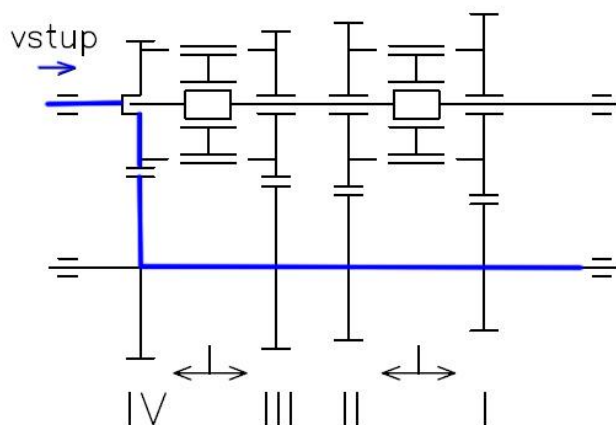
vozidla, výstupní zajišťuje přenos točivého momentu na stálý převod, rozvodovku, diferenciál a poháněná kola. Na obrázku (Obr. 2) je znázorněna jednoduchá dvouhřídelová převodovka se čtyřmi převodovými stupni řazenými pomocí zubových spojek, kdy vstupní hřídel slouží pouze jako předloha. Jak je však patrné z obrázku (Obr. 1), předlohové stupně často bývají umístěny současně na vstupním i výstupním hřídeli. Tyto převodovky využívají díky své konstrukci k přenosu točivého momentu vždy jen jeden pár ozubených kol, čímž je zajištěna velmi vysoká účinnost. Pouze pro zajištění zpětného chodu je potřeba vložené ozubené kolo, nicméně menší účinnost u zpětného chodu nepředstavuje zásadní problém. Za nevýhodu tohoto typu převodovek se považuje především absence přímého převodu. Tato konstrukce se využívá zejména u tzv. blokové konstrukce, kdy je vše (motor, spojka převodovka, rozvodovka, diferenciál) umístěno vpředu u poháněné nápravy. Nejčastěji se používají v kombinaci s motory menších výkonů a s menším počtem převodových stupňů, kvůli zástavbovým rozměrům obvykle s pěti nebo šesti stupni.



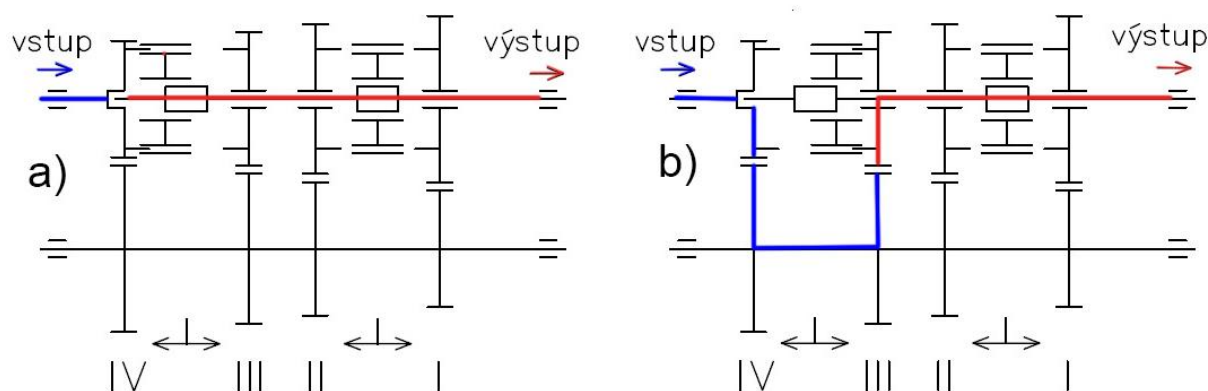
Obr. 2 Schéma přenosu točivého momentu jednoduché dvouhřídelové převodovky: a) neutrální; b) třetí rychlostní stupeň

2.1.2 TŘÍHŘÍDELOVÉ PŘEVODOVKY

Tříhřídelové převodovky mají předlohu, vstupní a výstupní hřídel, přičemž vstupní a výstupní se nachází na společné ose (Obr. 3). Tato skutečnost umožňuje vytvoření tzv. přímého záběru s převodovým poměrem 1 využívaného zejména pro čtvrtý nebo pátý rychlostní stupeň, kdy se zubovou spojkou pevně spojí vstupní a výstupní hřídel. Tento přenos točivého momentu se neuskutečňuje přes jiná ozubená soukolí, takže při jeho přenosu nevznikají ztráty, mimo ložiska, a je tak přenášeno téměř 100% točivého momentu (Obr. 4). Zbylé převody však využívají vždy dva páry ozubených kol (Obr. 4), zpětný chod díky vloženému kolu páry tři. První pár tvoří ozubení vstupního hřídele a největší kolo předlohy, druhý pár tvoří ozubené kolo převodu na výstupním hřídeli a tomu odpovídající ozubené kolo na předloze. Všechna kola předlohy jsou s ní pevně spojena, zatímco kola jednotlivých převodů se volně otáčejí na výstupní hřídeli. K řazení je následně využíváno zubových řadicích spojek, které kolo příslušného převodu pevně spojí s výstupním hřídelem.



Obr. 3 Schéma tříhřídelové převodovky - neutrál



Obr. 4 Schéma přenosu točivého momentu tříhřídelové převodovky: a) přímý záběr (čtvrtý rychlostní stupeň); b) třetí rychlostní stupeň

Tříhřídelové převodovky se používají zejména pro přenos větších točivých momentů. Tyto převodovky mají stejný smysl otáček na vstupní a výstupní hřídeli, čehož se s výhodou využívá, když jsou motor, spojka a převodovka za sebou. Jedná se zejména o klasickou koncepci s motorem, spojkou a převodovkou vpředu s pohonem zadní nápravy a koncepci transaxle s motorem a spojkou vpředu a bloku převodovky s rozvodovkou na zadní nápravě. Tyto jednoskupinové převodovky se kvůli konstrukčním rozměrům staví obvykle pro šest a sedm rychlostních stupňů.

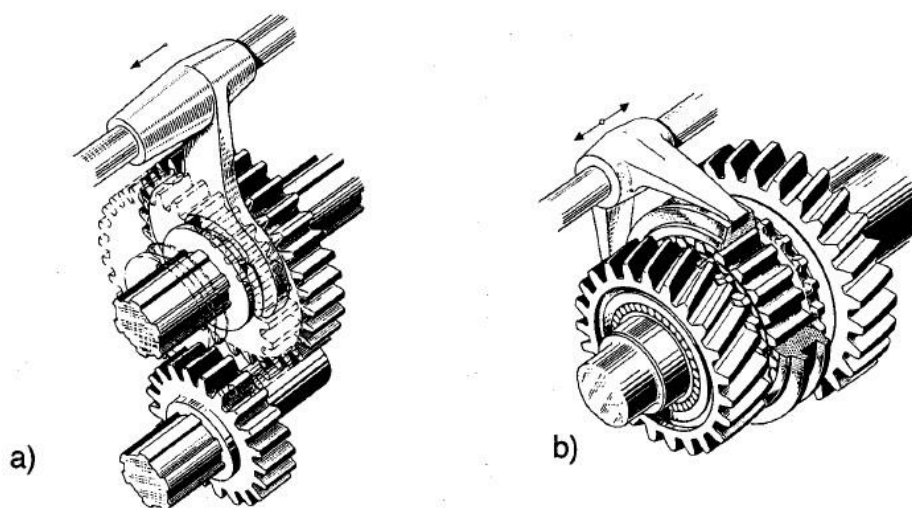
Upravením tříhřídelové převodovky lze získat **vícetupňovou převodovku**, ta je tvořena hlavní převodovkou a dalšími přídavnými převody, ty jsou umístěny před nebo za převodovkou. Přídavné převody poté slouží k násobení stupňů hlavní převodovky. Tyto převodovky byly používány zejména pro užitková a nákladní vozidla, kde je potřeba využít co nejvíce výkonu motoru. Přídavnými převody se snižuje účinnost přenosu točivého momentu a zvyšuje se náročnost obsluhy, protože je potřeba současně vykonávat více řadičích pohybů.



2.1.3 ŘAZENÍ PŘEVODOVÝCH STUPŇŮ

ŘAZENÍ POSUVNÝMI KOLY

Řazení posuvnými je konstrukčně nejstarším a nejjednodušším řešením (Obr. 5). Soukolí má jedno ozubené kolo pevně spojeno s hřídelem, zatímco druhé je umístěno na hřídeli s drážkováním umožňující axiální posuv. Při řazení je do záběru ozubené kolo posouváno řadící vidlicí. Všechna ozubená kola mají přímé ozubení zajišťující snadnější zařazení. Nevýhodami jsou problematické vyrovnávání obvodových rychlostí zabírajících kol a namáhání celé převodovky velkými rázy. Toto řešení je v současnosti používáno pouze pro řazení zpětného chodu, kde je zasouváno vložené kolo zajišťující opačný smysl otáčení výstupního hřídele.



Obr. 5 Řazení převodových stupňů a) posuvnými koly, b) zubovou spojkou [2]

ŘAZENÍ ZUBOVOU SPOJKOU

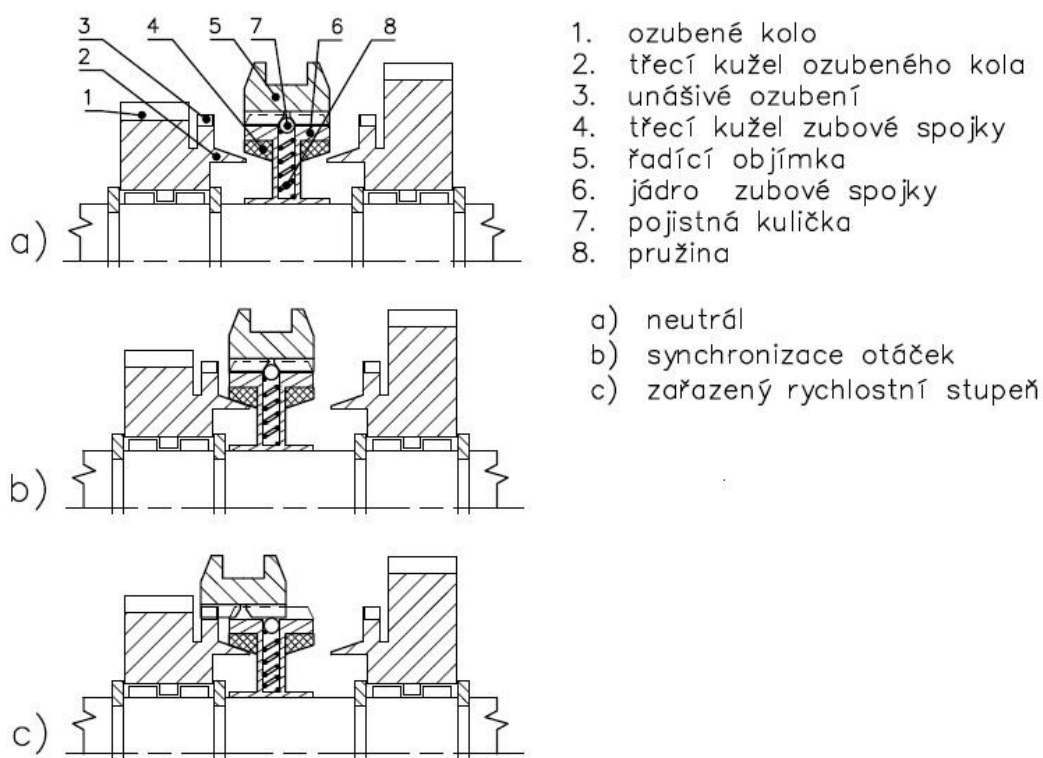
Ozubená soukolí jednotlivých převodových stupňů jsou neustále v záběru. Jedno ozubené kolo je opět spojeno pevně s hřídelem, zatímco druhé je uloženo na ložisku umožňující jeho volné otáčení. Zubová spojka je tvořena jádrem s vnitřním drážkováním a vnější řadící objímkou. Řadící objímka slouží k ovládání zubové spojky a vnitřní drážkování umožňuje současně axiální posuv a pevné spojení spojky a výstupního hřídele. Po přesunutí zubové spojky dochází k pevnému spojení volně otáčejícího se převodu a výstupního hřídele, čímž je zajištěn přenos točivého momentu. Ozubená kola mají šikmé zubení zajišťující tišší chod a lepší účinnost přenosu. Řazení zubovou spojkou (Obr. 5) výrazným způsobem snižuje rázové namáhání převodovky.

ŘAZENÍ SE SYNCHRONIZACÍ

Řazení se synchronizací je obdobou řazení zubovou spojkou, přičemž synchronizace při řazení zajišťuje vyrovnání rozdílů otáček mezi zubovou spojkou a volným převodovým stupněm před jejich pevným spojením, což při správném řazení zcela eliminuje rázové namáhání převodovky. Synchronizační členy se zpravidla používají pouze u dopředných

rychlostních stupňů. Pro řazení zpětného chodu se obvykle synchronizace nepoužívá, zde bývá využito řazení vloženým posuvným kolem s přímým ozubením, jehož princip je popsán výše (Řazení posuvnými koly). Konstrukčních řešení synchronizace je více, uvedeny budou dvě základní řešení, ze kterých ostatní konstrukce vycházejí. [1], [2]

Jednoduchá synchronizace je znázorněna na obrázku (Obr. 6). Zubová spojka je rozdělena na jádro s vnitřní kuželovou plochou a řadící objímku. Obě části jsou spojeny několika kuličkami, ty jsou pomocí pružin tlačeny do drážek v řadící objímce. Při posunutí řadící objímky je jádro unášeno na vnější kuželovou plochu na příslušném převodovém stupni. Při kontaktu kuželových ploch dochází k tření zajišťující vyrovnávání otáček. Dalším posunutím řadící objímky jsou pojistné kuličky vtlačeny do jádra spojky a řadící objímka může být zasunuta do unášivého ozubení příslušného stupně. Síla potřebná pro vtlačení kuliček musí být dostatečná, aby nejdříve došlo k axiálnímu posuvu celé zubové spojky a vyrovnání otáček.

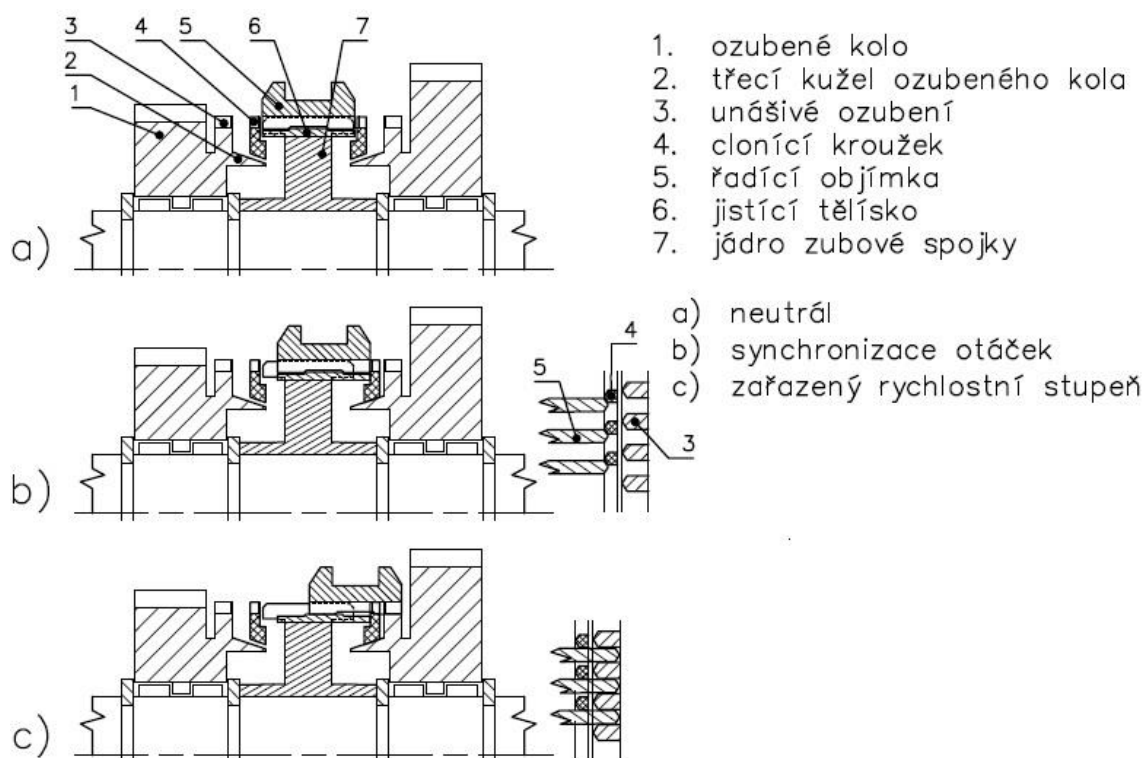


Obr. 6 Jednoduchá synchronizace

Jištěná synchronizace je založena na stejném principu jako jednoduchá, nicméně má jisté konstrukční odlišnosti (Obr. 7). Jádro zubové spojky nemá možnost axiálního posuvu, neutrální polohu řadící objímky místo kuliček s pružinami zajišťují jistící tělíska s pružnými kroužky. Mezi jádro zubové spojky a ozubené kolo převodového stupně je vložen axiálně posuvný clonící kroužek, jehož vnitřní kuželová plocha zajišťuje kontakt s vnější kuželovou plochou příslušného ozubeného kola. Při posunutí řadící objímky dochází k posunutí jistících tělísek v drážkách jádra, čelní plochy tělísek zajistí posunutí clonícího kroužku a tím dojde ke vzniku brzdného momentu na kuželových plochách kroužku a ozubeného kola. Jistící tělíska umožňují pootočení clonícího kroužku o několik stupňů. Při synchronizaci otáček dochází k natočení kroužku a do skosených zubů se zasouvají zkosené zuby řadící objímky. V poslední fázi síla na objímce zajistí úplnou synchronizaci otáček, čímž dojde přesunutí



zubů objímky až do zubů na náboji ozubeného kola a zajištění pevného spojení převodového stupně a hřídele.



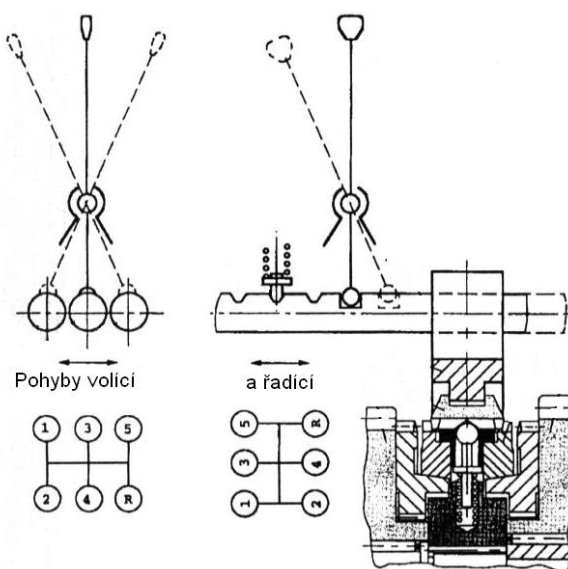
Obr. 7 Jištěná synchronizace

2.1.4 ŘADÍCÍ MECHANISMY

U mechanické převodovky jsou veškeré řadící pohyby ovládané pouze silou řidiče, která je řadícím ústrojím přenášena na zubové spojky. Zubovou spojkou je možné řadit pouze dva převodové stupně, jeden směrem vpřed a druhý vzad. Pro vícestupňové převodovky je potřeba více zubových spojek. Ovládání celého ústrojí zajišťuje řadící páka, jejíž pohyby bývají uspořádány ve tvaru písmena H. Každý typ řadícího mechanismu musí umožňovat řazení všech převodových stupňů, musí zamezit jejich samovolnému vyřazení a musí zamezovat zařazení více rychlostních stupňů současně. [1], [2], [3]

PŘÍMÉ ŘAZENÍ TYČEMI

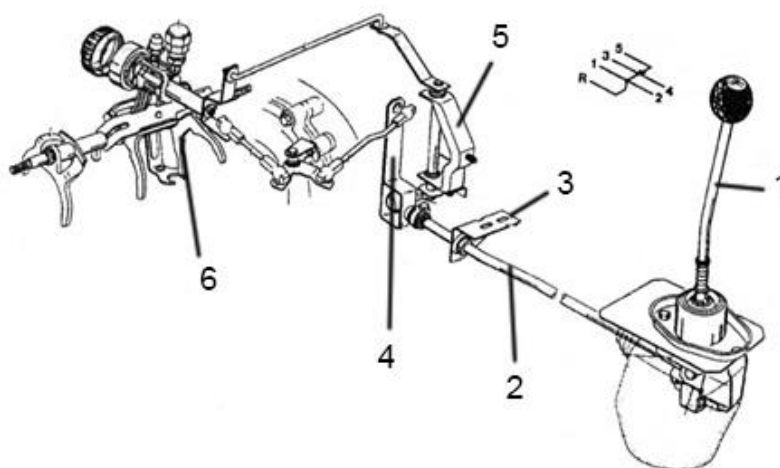
Přímé řazení tyčemi představuje nejjednodušší typ řadícího mechanismu (Obr. 8). Řadící páka je uložena v kulovém kloubu a ovládá jednotlivé tyče, na kterých se nachází řadící vidlice ovládající příslušné zubové spojky. Volícím pohybem vybíráme příslušnou řadící tyč a řadícím pohybem vybíráme konkrétní rychlostní stupeň. Toto řešení se využívá zejména u vozidel, kde je řadící páka umístěna přímo na převodovce.



Obr. 8 Přímé řazení tyčemi [2]

ŘAZENÍ OTOČNÝM HŘÍDELEM

U většiny vozidel je však potřeba překonat větší vzdálenost mezi řadicí pákou a vlastní převodovkou, takže použití přímého řazení nepředstavuje ideální řešení. Prvním druhem odloučeného řazení je řazení otočným hřídelem (Obr. 9). Přestože je konstrukce výrazně odlišná, princip řazení je stejný. Volící směr řadicí páky je převeden na rotační pohyb hřídele, který je následně v převodovce změněn zpět na volící, kdy řadicí palec zajišťuje výběr příslušné řadicí tyče. Řadicí pohyb zůstává stále stejný, řadicí palec pouze přesune zvolenou řadicí tyč. Nevýhoda tohoto řešení spočívá v přenosu vibrací z převodovky na řadicí páku.

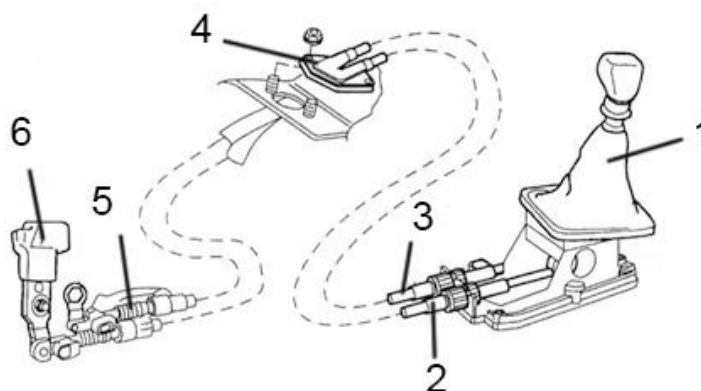


Obr. 9 Schéma řazení otočným hřídelem: 1) řadicí páka; 2) otočný hřídel;
3) vedený hřídele; 4) mechanismus volby; 5) mechanismus řazení; 6)
řadicí objímky [2]

ŘAZENÍ LANOVODY

Druhý typ odloučeného řazení představuje řazení lanovody, tzv. bowdeny (Obr. 10). Jeden lanovod zajišťuje přenos volícího pohybu, druhý přenos řadicího pohybu. Tento typ řazení

výrazným způsobem eliminuje hluk a nepřenáší nežádoucí vibrace z převodovky, čehož se využívá zejména u osobních automobilů. Je univerzální pro všechny typy vozidel, protože umožňuje relativní pohyb převodovky a místa ovládání (kloubové autobusy).



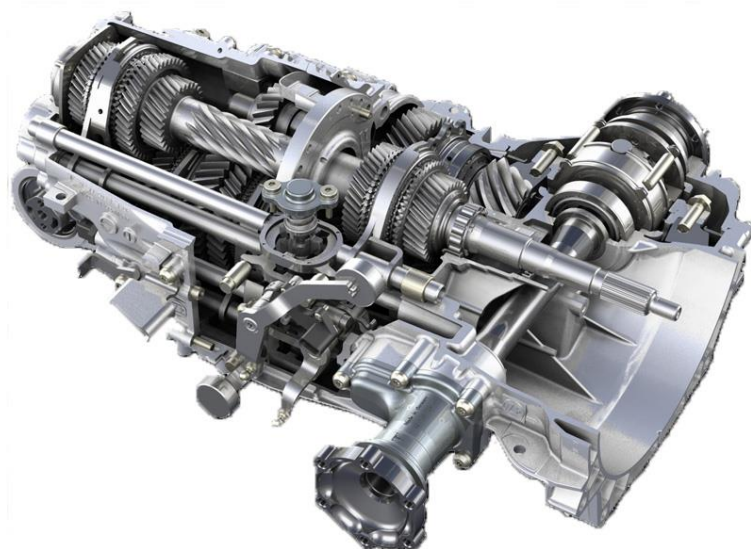
Obr. 10 Schéma řazení lanovody: 1) řadicí páka; 2) lanko řazení; 3) lanko volby; 4) vedení lanek; 5) páka volby; 6) páka řazení [2]

SEKVENČNÍ ŘAZENÍ

Sekvenční neboli postupné řazení je známé především pro automatické převodovky, princip však pochází z manuální převodovky. Systém řazení nemá tvar písmene H, ale po sobě jdoucí pohyby pákou vpřed a vzad. V převodovce se nachází speciálně tvarovaný válec, po obvodu se nachází tvarované drážky, které zapadají do konkrétních řadicích vidlic. Pootočením válce tak dochází k řazení příslušného stupně. Válec je přes hřebenový mechanismus spojen s řadicí pákou pomocí táhla, nebo elektrohydraulicky.

2.1.5 SEDMISTUPŇOVÁ MANUÁLNÍ PŘEVODOVKA

Od roku 2012 automobilka Porsche ve svém modelu 911 nabízí manuální převodovku se sedmi rychlostními stupni od společnosti ZF. Zejména mezi výrobci sportovních vozidel se jedná o unikát. Jedná se o tříhřídelovou s klasickým řazením ve tvaru písmene H (Obr. 11). Prvních šest rychlostí slouží k dynamické jízdě, přičemž maximální rychlost vozidlo dosahuje na šestku. Sedmý rychlostní stupeň je volen jako rychloběh sloužící k ekonomickému a pohodlnému cestování na dlouhé vzdálenosti, hlavním důvodem však byly emisní normy. V současné době se spekuluje o nové verzi vozidla, které by měly pohánět přeplňované motory, což vede ke snížení emisí. To by mohlo znamenat, že se automobilka vrátí ke konstrukčně jednodušší šestirychlostní verzi. [4][8][11]



Obr. 11 Sedmistupňová manuální převodovka pro Porsche 911 [8]

VÝHODY A NEVÝHODY

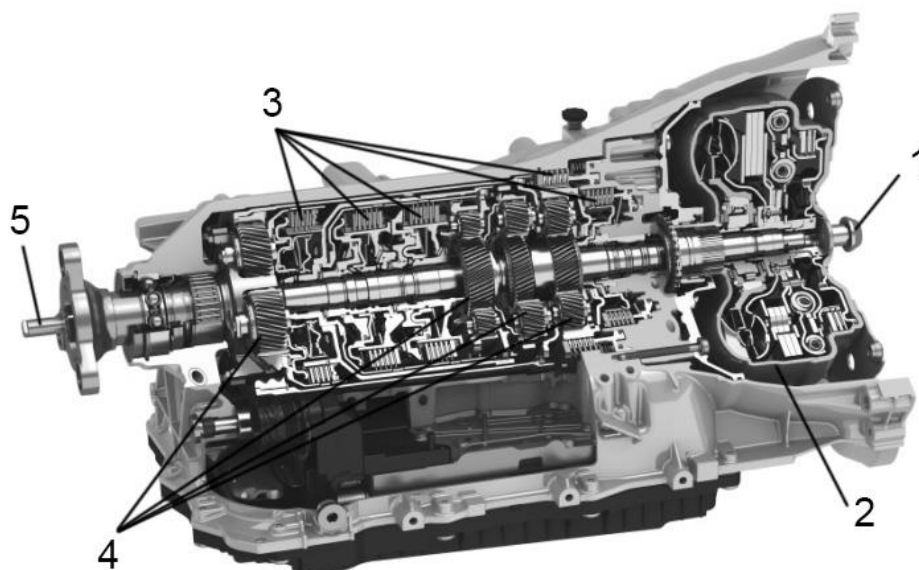
Manuální převodovky jsou prozatím ještě nejpoužívanějším typem převodovek osobních automobilů. Trendem v současné době jsou automatické převodovky, které se v budoucnu budou zcela jistě objevovat ve většině vozidel. Přesto manuální převodovky disponují výhodami jako jednoduchá konstrukce, levná výroba, mechanické ovládání, ale především dosahují vysoké účinnosti při přenosu točivého momentu a tudíž i nižší spotřeby. Další výhody by představovali spíše subjektivní názory řidičů. Naopak omezený počet převodových stupňů kvůli zástavbovým rozměrům a přerušení toku točivého momentu při řazení jsou hlavní nevýhody tohoto řešení.

2.2 SAMOČINNÉ STUPŇOVÉ PŘEVODOVKY – KONVENČNÍ KONSTRUKCE

Velkým trendem v oblasti převodových systémů jsou v současnosti bezpochyby automatické převodovky, jejichž počet se v posledních letech extrémně navyšuje. Způsobené je to především neustálým navyšováním počtu převodových stupňů, což u manuálních převodovek ovlivňuje náročnost ovládání. Dalším důvodem je bezesporu možnost řazení jednotlivých stupňů bez přerušení toku točivého momentu u většiny typů konstrukce, dále výrazné zkrácení času potřebného na vlastní řazení a v neposlední řadě zvýšení jízdního komfortu řidiče. Automatické převodovky lze rozdělit na robotizované manuální převodovky, dvoutoké (dvouspojkové) převodovky a automatické převodovky konvenční konstrukce.

První skupinu představují automatické převodovky konvenční konstrukce, často bývají označovány také jako tradiční nebo klasické. Jedná se o nejstarší a nejdéle sériově vyráběný typ automatické převodovky, který je i v současnosti nejvíce rozšířeným typem automatické převodovky. Po svém vzniku se vývojem se vývojem zabývaly zejména americké automobilky, v Evropě potom Mercedes-Benz a společnost ZF. Konstrukce tohoto typu převodovek je tvořena hydrodynamickým měničem, lamelovými brzdami a planetovými soukolími (Obr. 12). Hydrodynamický měnič způsobuje, že výstupní hřídel motoru a vstupní

hřídel převodovky nejsou nijak mechanicky spojeny, vedle toho planetová soukolí nabízejí při malých zástavbových rozměrech široké spektrum převodových poměrů.

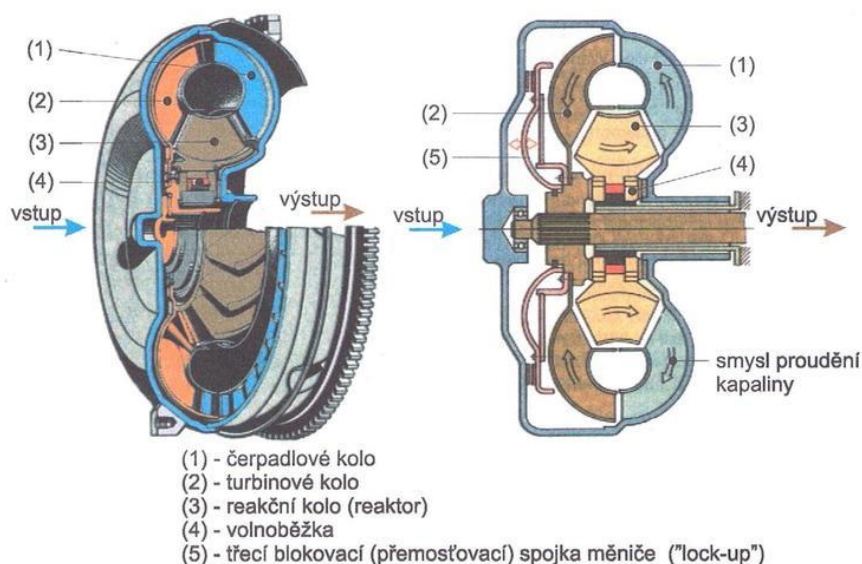


Obr. 12 Automatická osmistupňová převodovka ZF 8HP: 1) výstupní hřídel motoru; 2) hydrodynamický měnič točivého momentu; 3) lamelové brzdy; 4) planetová soukolí; 5) výstupní hřídel převodovky [8]

V současné době mají tyto převodovky nejčastěji sedm rychlostních stupňů, osmistupňové převodovky také přestávají být výsadou luxusních vozidel a začínají se objevovat i u běžných vozidel. Poslední výraznější posun přišel v roce 2013, kdy se objevila první vozidla se sériově vyráběnou devítistupňovou převodovkou. Tato kapitola byla zpracována pomocí [1], [5], [6], [8] a [20].

2.2.1 HYDRODYNAMICKÝ MĚNIČ

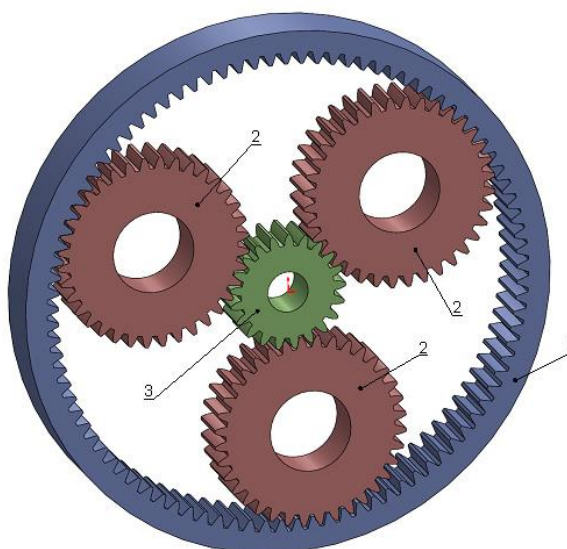
Hydrodynamický měnič (Obr. 13) ve vozidlech nahrazuje spojku, tím zajišťuje přenos a změnu točivého momentu přenášeného převodovce v závislosti na zatížení motoru, přičemž využívá zákonů hydrodynamiky kapalin. Točivý moment je od motoru přiváděn na čerpadlové kolo, které svým otáčením uděluje kinetickou energii kapalině. Kapalina vlivem odstředivé síly proudí mezi lopatkami ven z čerpadlového kola a dopadá na lopatky turbínového kola. Tím dochází k přeměně kinetické energie kapaliny zpět na otáčivý pohyb tentokrát turbínového kola. Turbínové kolo je pevně spojeno se vstupním hřídelem převodovky, což zajišťuje přenos točivého momentu. Nicméně okruh proudící kapaliny uzavírá reaktor, jehož lopatky usměrňují kapalinu proudící z turbínového kola zpět na čerpadlové. Nutnou podmínkou správné funkce měniče představují rozdílné otáčky turbínového a čerpadlového kola, při totožných otáčkách by totiž nedocházelo k přenosu energie. Tím vzniká mezi koly skluz způsobující ztráty energie a menší celkovou účinnost, což představuje hlavní nevýhodu. Nevýhodu také představuje vysoká hmotnost měniče, z čehož plyne i vyšší hmotnost celého ústrojí. Výraznou výhodou měniče je však naprosto plynulá jízda.



Obr. 13 Hydrodynamický měnič točivého momentu [1]

2.2.2 PLANETOVÁ SOUKOLÍ A LAMELOVÉ BRZDY

Velice podstatnou součást tvoří planetová soukolí umožňující především řazení pod zatížením, což se v praxi projevuje tím, že při řazení nedojde k přerušení toku točivého momentu na výstupním hřídeli převodovky. Řazení se provádí zastavením jednoho nebo více členů pomocí lamelových brzd. Jednoduché planetové soukolí (Obr. 14) se skládá z centrálního kola s vnějším ozubením, korunového kola s vnitřním ozubením a satelitů s vnějším ozubením umístěných na unašeči. Z jednoduchého planetového soukolí lze získat celkem sedm převodů, nicméně této skutečnosti se v praxi nevyužívá.



Obr. 14 Jednoduché planetové soukolí: 1) korunové kolo; 2) satelity; 3) centrální kolo



V automatických převodovkách se využívá kombinace dvou nebo tří planetových soukolí. Zejména se využívá konstrukcí typu Ravigneaux a Simpson v kombinaci s dalším jednoduchým soukolím. Typ Ravigneaux má dvě centrální kola, dvě satelitové skupiny, jeden unašeč a jedno korunové kolo. Simpson má dvě centrální kola, dvě korunová kola a dva unašeče, z nichž jeden je spojen s jedním ze dvou korunových kol. Oba typy soukolí se využívají ke konstrukci tří rychlostí vpřed a zpětného chodu. Pro získání většího počtu převodových stupňů se do konstrukce přidávají další jednoduchá soukolí.

Poslední část převodovky tvoří lamelové brzdy pracující na podobném principu jako vozidlové spojky. Jejich úkolem je zastavovat, případně spojovat, jednotlivé členy planetového soukolí, čímž dochází k požadovanému řazení. Při řazení se současně jedna brzda rozepíná a druhá sepíná, tím se tok točivého momentu plynule přesunuje k dalšímu stupni. Právě tato vlastnost umožňuje řazení pod zatížením.

2.2.3 OVLÁDÁNÍ PŘEVODOVKY

U automatické převodovky veškeré nastavení a ovládání převodovky a spojky zajišťuje řídicí jednotka, která vyhodnocuje data o zatížení motoru, rychlosti vozidla, jízdních odporech a dalších. Protože je vše ovládáno řídicí jednotkou, vozidlo nemá spojkový pedál a místo řadicí páky je umístěn volič jízdních režimů (Obr. 15). Volič není s převodovkou nijak mechanicky spojen a slouží především k vyslání příslušného elektrického impulsu řídicí jednotce. Řídicí jednotka následně elektricky případně elektrohydraulicky ovládá převodovku podle zvoleného jízdního režimu.

- P – parkování
- N – neutrál
- D – jízda vpřed
- R – zpětný chod



Obr. 15 Volič jízdních režimů Audi A4 S Line



Tyto jízdní režimy tvoří základ každé automatické převodovky, nicméně ve vozidlech se specifickým charakterem se mohou vyskytnout i další jízdní režimy: sportovní, ekonomický, pro jízdu v terénu.

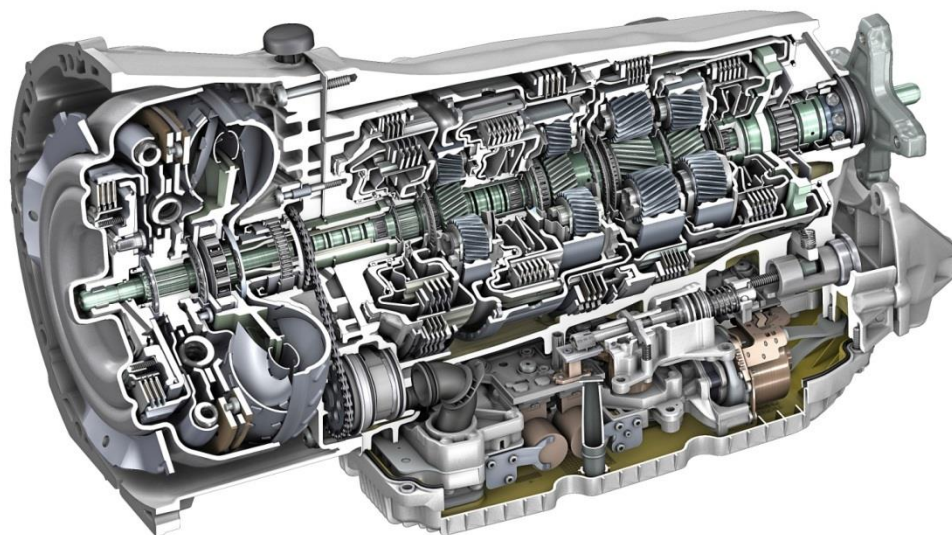


Obr. 16 Přepínače pod volantem pro manuální volbu Audi A4 S Line: 1) podřazování; 2) řazení

Většina automatických převodovek používaných v současné době nabízí jízdní režim M, jež umožňuje manuální volbu převodového stupně za pomoci automaticky ovládané spojky. Volba převodového stupně se uskutečňuje krátkým stisknutím voliče v přímém směru, případně kolébkovými spínači pod volantem (Obr. 16). Princip vychází z řazení automatizovaných manuálních převodovek. Důvodem je nutnost manuální volby rychlostního stupně, přičemž spojka je zpravidla ovládána automaticky. Moderní převodovky mají také funkci Kick Down umožňující při podřazování přeskokovat stupně a řadit přímo ten nejvhodnější. Toho se využívá zejména při předjíždění, kdy je potřeba rychlé akcelerace. Při prudkém sešlápnutí plynového pedálu, řídicí jednotka vyhodnotí situaci a zvolí nejlepší rychlostní stupeň.

2.2.4 9G-TRONIC

Jako jeden z mála výrobců automobilů se Mercedes-Benz zabývá i vývojem převodovek. V roce 2013 se mu opět podařilo předstihnout společnost ZF a na trh uvést první devítistupňovou automatickou převodovku s označením 9G-Tronic (Obr. 17). Svojí konstrukcí vychází z převodovky 7G-Tronic, nicméně rozměrově jsou téměř totožné, dokonce nová převodovka je díky použití odlišných materiálů o něco lehčí. Hydrodynamický měnič prošel také úpravami, což značně zvýšilo jeho účinnost. Převodovka je schopna přenášet točivý moment až do $1000 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ a má veliký rozsah převodových poměrů. [7]



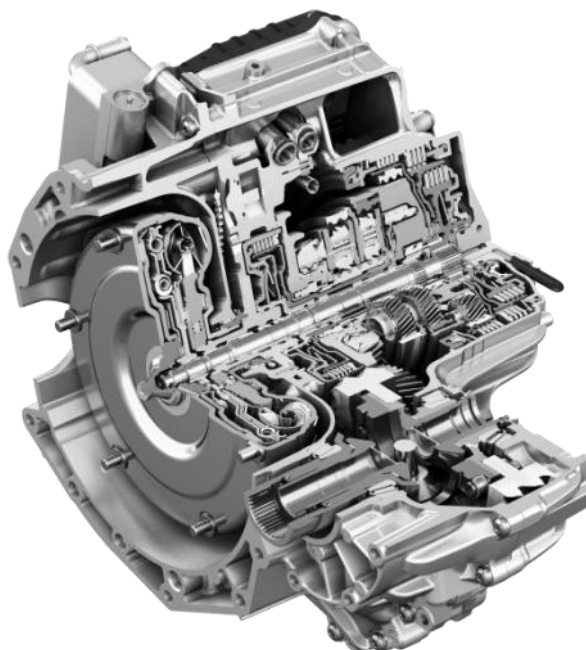
Obr. 17 Devítistupňová převodovka Mercedes-Benz 9G-Tronic [7]

2.2.5 TIPTRONIC S

Jedná se o automatickou převodovku vycházející z pětistupňové převodovky Tiptronic s dynamickým programem řazení DSP. Systém DSP monitoruje průběh jízdy a upravuje strategii řazení, což pomáhá zejména při častých rozjezdech. Tiptronic S potom představuje vylepšenou verzi původní převodovky. Například při prudkém brždění dojde k podřazení, aby bylo využito brždění motorem, umožňuje také snadný rozjezd v kopci bez použití brzd. U převodovek Tiptronic se však poprvé objevila možnost manuální volby rychlostního stupně pomocí voliče nebo tlačítek pod volantem. První převodovka Tiptronic S použitá ve vozidle Porsche Cayenne měla šest rychlostních stupňů, současná verze převodovky má osm rychlostních stupňů. [1], [11]

2.2.6 ZF FRIEDRICHSHAFEN AG

Tato německá společnost představuje bezesporu velkou ikonu mezi dodavateli různých komponentů pro všechny typy vozidel. Téměř všechny světoznámé automobilky pak mají v nabídce vozidlo s převodovkou od společnosti ZF. Zmínku si zcela jistě zaslouží devítistupňový automat ZF 9HP (Obr. 18). Navzdory vysokému počtu stupňů je velice kompaktní, díky použití pouze čtyř planetových soukolí a šesti řadících elementů. Dosahuje také velkého rozpětí převodového poměru s malými odstupy na jednotlivých stupních. Upravený hydrodynamický měnič výrazným způsobem zvyšuje také účinnost. Svojí konstrukcí umožňuje snadné použití ve vozidlech s pohonem předních, respektive všech kol, kde je motor s převodovkou uloženou napříč. ZF 9HP se v současné době nachází v některých modelech automobilek Jeep, Range Rover nebo Honda. [8]



Obr. 18 Převodovka ZF 9HP [8]

2.2.7 DESETISTUPŇOVÁ PŘEVODOVKA

Automobilka Ford a společnost GM společně vyvinuli desetistupňovou převodovku. Převodovka využívá šesti spojek a čtyř planetových soukolí a má poměrně velký rozsah převodových poměrů, přičemž odstupy jednotlivých poměrů nejsou veliké. Převodovka představuje náhradu za šestistupňovou převodovku, přesto váha ani rozměry nejsou zásadně odlišné. Nový je také systém řízení spojek, který umožňuje velice rychlé řazení, nebo plynulé podřazení o několik stupňů najednou. Tato převodovka se nejčastěji vyskytuje ve vozidle Ford F-150, nicméně následovat bude rozšíření i do dalších vozidel. [9]

VÝHODY A NEVÝHODY

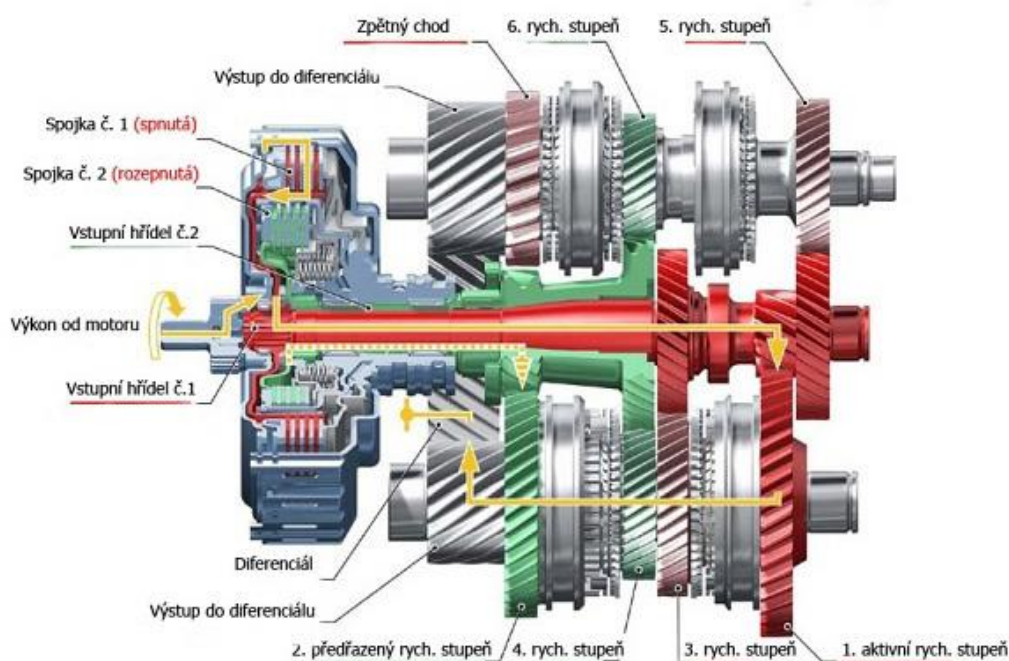
Automatických převodovek klasické konstrukce existuje celá řada a téměř každá automobilka má jiné značení. Rozdíly se týkají především počtu použitelných převodů, způsobu ovládání a voliče jízdních režimů, nicméně všechny pracují na stejném principu. Mezi výhody jednoznačně patří velice plynulá jízda a to včetně rozjezdu. Naopak mezi nevýhody patří menší účinnost způsobená hydrodynamickým měničem, nicméně měniče používané v současných převodovkách už dosahují velice dobrých účinností. Největší procento zastoupení mají v amerických vozidlech, nicméně v Evropě představují zcela jistě nejpoužívanější typ automatické převodovky. Jejich vyšší cena a především vlastnosti zaručují montáž zejména do luxusních vozidel, vozidel typu SUV a vozidel střední a vyšší střední třídy.

2.3 SAMOČINNÉ STUPŇOVÉ PŘEVODOVKY – DVOUTOKÉ PŘEVODOVKY

Další významnou skupinou automatických stupňových převodovek jsou tzv. dvoutoké (dvouspojkové) převodovky, nicméně nejčastěji jsou označovány jako převodovky typu DSG (Direct Shift Gear). Poprvé se převodovka tohoto typu objevila ve sportovních prototypích Porsche 956 a 962 a měla označení PDK (Porsche Doppelkupplungs), přičemž označení automobilka zachovává i nadále. Zejména díky koncernu VW, jež užívá označení právě DSG, nastal v posledních letech masivní nárůst počtu dvouspojkových převodovek, nicméně i konkurenční automobilky postupně představují svá řešení. Například společnost Getrag vyrábějící převodovku nesoucí označení DKG (Doppelkupplungsgetriebe) pro BMW nebo převodovku PowerShift pro automobilky Volvo, Ford, a další. Poslední známé označení představuje DCT (Dual Clutch Transmission), jež se vyskytuje ve vozidlech Kia, Honda, ale i ve sportovních vozidlech. Tato kapitola byla zpracována pomocí [1], [10], [11] a [12].

2.3.1 KONSTRUKCE A PRINCIP

Konstrukce dvoutokých převodovek vychází z paralelního uspořádání dvou dvouhřídelových manuálních převodovek se synchronizací. Každá z převodovek má vlastní vstupní hřídel, přičemž jeden je dutý a druhý je v něm umístěn centricky, aby bylo dosaženo minimálních rozměrů. Jeden hřídel zajišťuje přenos točivého momentu přes liché rychlostní stupně, zatímco druhý přenáší moment přes sudé stupně, přičemž každý vstupní hřídel má vlastní lamelovou spojku, proto bývají označovány jako dvouspojkové převodovky. Na jednom hřídeli samozřejmě probíhá také přenos točivého momentu na zpětný chod. Vlastní princip řazení je stejný jako u manuálních převodovek se synchronizací. Zubové spojky jsou elektrohydraulicky přesouvány k příslušným převodům a po přesunutí dochází k pevnému spojení ozubeného kola a příslušného hřídele. Přenos točivého momentu pak závisí pouze na sepnutí příslušné spojky.



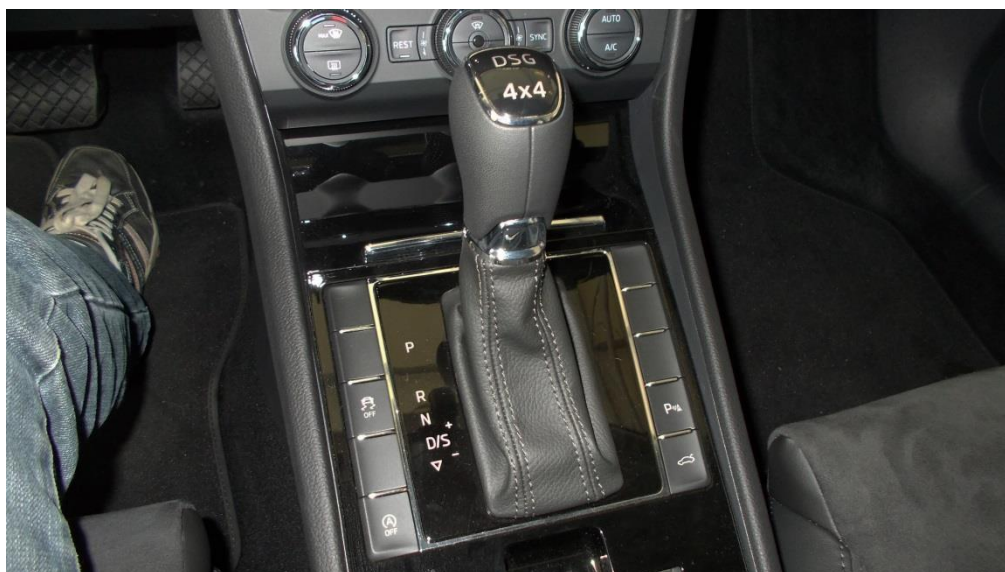
Obr. 19 Převodovka DSG-6 při rozjezdu [1]



Průběh řazení bude popsán na šestistupňové převodovce DSG-6 (Obr. 19), nicméně i přes odlišná označení pracují všechny dvoutoké převodovky na stejném principu. Například při rozjezdu jsou současně zařazeny první i druhý rychlostní stupeň, po uvolnění brzdového pedálu a sešlápnutí akceleračního dojde k sepnutí spojky ovládající hřídel s prvním stupněm. Při další akceleraci dochází ke změně stupně pouze rozepínáním jedné spojky a současným spínáním spojky druhé. Tím je zajištěno tzv. řazení pod zatížením, protože na výstupním hřídeli je konstantní točivý moment i během řazení. Stejným principem probíhá řazení i podřazování všech rychlostních stupňů. Možnosti připravených stupňů jsou omezeny vždy na nezatížený vstupní hřídel. Při zařazeném sudém stupni tak nelze mít připravený další sudý stupeň, nicméně na druhém hřídeli lze připravit jakýkoliv stupeň. Tím vzniká problém například při prudkém brždění, kdy je potřeba podřadit o dva nebo více stupňů, například ze šestky na dvojku. Řídící jednotka nejdříve zvolí mezistupeň, například pětku, čímž uvolní zatížený hřídel a následně je možné řadit dvojku. [1]

2.3.2 OVLÁDÁNÍ

Vlastní řazení vychází manuálního řazení pomocí zubové spojky, přičemž ovládání řadicích elementů je prováděno elektrohydraulicky a je řízeno řídící jednotkou vyhodnocující jízdní situaci. Ovládání převodovky zajišťuje volič jízdních režimů (Obr. 20), obdobně jako u klasické automatické převodovky viz kapitola (2.2.3). Obdobným způsobem také nabízejí možnost manuální volby rychlostního stupně. Manuální režim označovaný M vychází možnosti volby rychlostního stupně převodovky Tiptronic, jedná se sekvenční způsob řazení používaný u klasických automatických převodovek. Volba stupně potom obdobně probíhá voličem nebo tlačítky pod volantem. V režimech S (sportovní) a M umožňují některé převodovky řízený start (Launch Control), který zajišťuje nejrychlejší rozjezd z místa. Řídící jednotka také vyhodnocuje polohu plynového pedálu, což umožňuje při prudkém sešlápnutí až na podlahu podřazení o jeden či více stupňů pro lepší akceleraci, tzv. funkce Kick Down.



Obr. 20 Volič jízdních režimů Škoda Superb

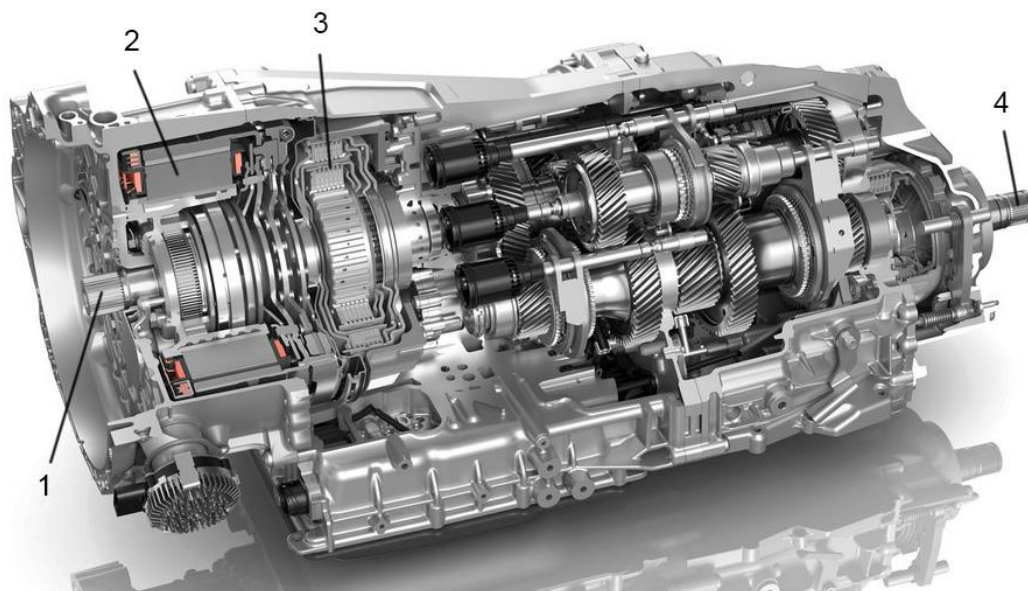


2.3.3 DSG

Patrně nejznámější typ dvouspojkové převodovky představuje DSG od koncernu VW. Existují dva vývojové typy, DSG-6 a novější generace DSG-7, přičemž nejvýraznější rozdíl je v počtu rychlostních stupňů. Starší šestirychlostní typ DSG-6 používaný pro příčnou zástavbu ve vozidle má lamelové spojky v olejové lázni a je schopen přenášet točivé momenty do 350 Nm. Naopak sedmirychlostní DSG-7 použitelný i pro podélné uložení a ve vozidlech se stálým pohonem všech kol má lamelové spojky suché. Tento typ převodovky je však omezen maximálním přenosovým momentem 250 Nm. V posledních letech počet převodovek DSG masivně narůstá, protože jsou nabízeny i ve vozidlech nižších tříd. Koncern VW pracoval na vývoji desetistupňové převodovky DSG, nicméně vývoj byl pro svoji složitost zastaven. Ze strategie koncernu je však patrné, že dvouspojkové převodovky představují velice dobré převodové ústrojí s potenciálem do budoucna.

2.3.4 PORSCHE PDK

Společnost ZF vyrábí pro automobilku Porsche sedmistupňovou dvouspojkovou převodovku nesoucí označení PDK. V současnosti tuto převodovku můžeme najít v modelech 911, Boxter a Cayman. Existují celkem čtyři typy pro přenášené momenty od 390 po 750 Nm. Převodovka je odolná vůči otáčkám až do 9000 min^{-1} a vlastní řazení jednotlivých stupňů probíhá v řádech setin vteřiny. Mimo standartní nabídky je k dispozici režim komfortní jízdy nebo naopak supersportovní režim. Model Panamera, ve kterém byla stejná převodovka, má v současnosti novou osmistupňovou převodovku PDK (Obr. 21). Prvních šest rychlostí je dimenzováno na sportovní jízdu, zatímco sedmička a osmička slouží především k efektivní a komfortní jízdě na dlouhé vzdálenosti. Tato převodovka je určena k podélnému uložení za motorem v přední části vozidla, přičemž je nabízena ve čtyřech variantách. Standartní pro pohon zadní nápravy, druhá pro pohon všech kol, hybridní s pohonem zadní nápravy a hybridní s pohonem všech kol. [8], [11] [12]



Obr. 21 Osmistupňová převodovka Porsche PDK pro hybridní verzi: 1) výstupní hřídel motoru; 2) elektromotor; 3) dvojice lamelových spojek; 4) výstupní hřídel převodovky pro pohon zadní nápravy [12]



2.3.5 POWERSHIFT

Německá společnost Getrag představuje světového výrobce převodových systémů osobních automobilů. Významnou součástí představují dvouspojkové převodovky s označením PowerShift. Zajímavostí je převodovka s označením 6DCT150 (Obr. 22), jedná se o nejkompaktnější dvouspojkovou převodovku na světě. Převodovka přenáší pouze malé točivé momenty, nicméně se s výhodou montuje zejména do malých městských vozidel s maloobjemovými tříválcovými motory, příkladem je Ford Fiesta 1.0 EcoBoost. Všechny převodovky PowerShift jsou konstruovány tak, aby bylo možné jejich použití v hybridních vozidlech. Dvouspojkové převodovky společnosti Getrag používají automobilky Ford, BMW, Volvo, ale i Ferrari. [13]



Obr. 22 Šestistupňová dvouspojková převodovka Getrag [13]

2.3.6 TŘISPOJKOVÁ PŘEVODOVKA

Automobilka Honda si v roce 2016 nechala patentovat jedenáctistupňovou třispojkovou převodovku. Tato převodovka konstrukčně vychází z dvouspojkové převodovky. Konstrukce by měla odstranit nedostatek dvouspojkové převodovky, kde jeden stupeň přenáší točivý moment a současně je další nachystán. Tato převodovka umožňuje nachystat současně vždy předchozí a následující stupeň a podle aktuálních podmínek je řídicí jednotkou vybrán vhodnější stupeň. V krajních polohách je možnost nachystat vždy dva následující stupně. Problém této převodovky bude zcela jistě spočívat ve složitém řízení, bude velice náročná na výrobu a narůstá i možnost poruchy, proto není jistá sériová výroba. [14]

VÝHODY A NEVÝHODY

Konstrukce dvoutokých převodovek v sobě obecně spojuje výhody manuální a klasické automatické převodovky. Velkou výhodou představuje konstrukce obdobná manuální převodovce, čímž dosahují velmi vysokých účinností přenosu točivého momentu. Dvě spojky potom umožňují řazení bez přerušení toku točivého momentu, tzv. řazení pod zatížením, čímž získávají největší výhodu automatických převodovek. Další nespornou výhodou představuje



vysoká rychlost vlastního přeřazení, jež se u sportovních vozidel odehrává v řádech milisekund, nicméně je zde určitá časová prodleva. Výsledkem je tak velice plynulá jízda, pouze při velmi malých rychlostech může docházet k cukání. Největší nevýhodou tohoto typu je vyšší pořizovací cena. Obecně lze říci, že v posledních letech značným způsobem narůstá počet dvouspojkových převodovek. Dávno nepředstavují výsadu sportovních či luxusních vozidel, ale stále častěji jsou montovány do vozidel nižších tříd. Oblibu u řidičů si získávají především velkou odolností, jednoduchým ovládáním a zcela jistě možností manuálního řazení.

2.4 SAMOČINNÉ STUPŇOVÉ PŘEVODOVKY – ROBOTIZOVANÉ MANUÁLNÍ

Poslední skupinou samočinných převodovek jsou tzv. automatizované manuální převodovky, nazývané též sekvenční (s postupným řazením). Převodovky tohoto typu byly na přelomu osmdesátých a devadesátých let vyvinuty pro závodní účely ve Formuli 1, kdy představovaly ideální kompromis mezi rychlým řazením automatické převodovky a manuálním ovládáním. O několik let později se začaly objevovat i v běžných vozidlech. [1], [2], [15], [16]

2.4.1 KONSTRUKCE A PRINCIP

Konstrukčně se jedná o klasickou manuální převodovku se sekvenčním řazením řízenou řídicí jednotkou, přičemž ovládání řadících elementů probíhá elektrohydraulicky případně speciálním otáčejícím se hřídelem. Hřídel má speciální drážky pro vedení řadící vidlice, při jeho otáčení potom dochází k přesouvání vidlice od jednoho stupně k druhému. Princip vlastního řazení je potom stejný jako u manuálních převodovek se synchronizací. Řazení probíhá pomocí zubových spojek, které po přesunutí zajišťují pevné spojení příslušného stupně a hřídele, tak dochází k přenosu točivého momentu.

2.4.2 OVLÁDÁNÍ

Kompletní řízení převodovky zajišťuje řídicí jednotka vyhodnocující jízdní podmínky. Spojka je také ovládána a řízena řídicí jednotkou, tím odpadá potřeba spojkového pedálu. Řidič pouze ovládá volič jízdních režimů obdobně jako u klasické automatické nebo dvouspojkové převodovky. Všechny převodovky mají režimy N (neutrál), R (zpětný chod) a volbu mezi plně automatickým režimem D a manuálním M. Některé mají navíc například P (parkování) nebo S (sportovní jízda s automatickým řazením). Pro manuální volbu slouží obdobně jako například u dvouspojkových převodovek pohyby voliče vpřed a vzad, případně spínače pod volantem.

2.4.3 ASG

Robotizovaná pětistupňová převodovka ASG (Automatisiertes Shaltgetriebe) koncernu VW představuje levnou alternativu samočinné převodovky (VW up!, Škoda Citigo). Konstrukčně se jedná o klasickou pětistupňovou dvouhřídelovou manuální převodovku (Obr. 23), jejíž zubové spojky jsou ovládány elektrohydraulicky. Mohou být kombinovány



s hydrodynamickým měničem pro zvýšení točivého momentu při rozjezdu nebo akceleraci. Manuální volba rychlostního stupně probíhá pomocí voliče jízdních režimů, jako tomu bylo u předchozích typů samočinných převodovek. [15]



Obr. 23 Převodovka ASG [15]

2.4.4 AGS

Tato robotizovaná převodovka (Obr. 24) automobilky Suzuki má taktéž pět stupňů a představuje modernizaci předchozí převodovky AMT (Automated Manual Transmission). Elektrohydraulický pohon zajišťuje automatické ovládání spojky i vlastní řazení. Vlastí řazení může být plně automatické nebo s manuální volbou, přičemž při nedostatku výkonu v manuálním režimu dojde k automatickému podřazení. AGS však má unikátní systém řízení a ovládání propojený s řízením motoru. Při jízdě v zácpě nebo při parkování převodovka rozpozná pomalé pohyby a dokáže upravit výkon motoru a rychlost. Tento systém má také snímač na akceleračním pedálu, který do jisté míry předvídá záměry řidiče a snižuje prodlevu řazení. [16]



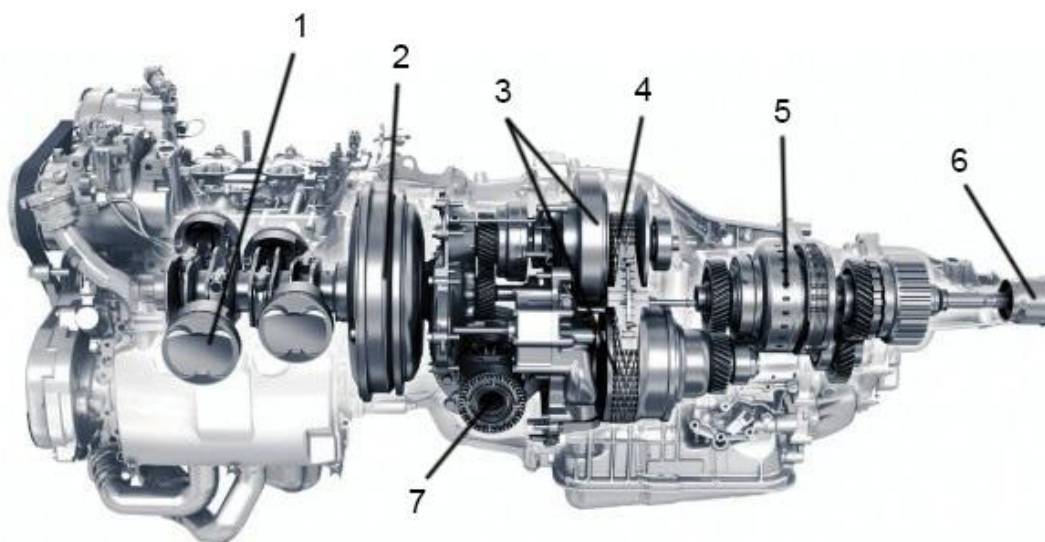
Obr. 24 Převodovka AGS Suzuki: 1) převodovka; 2) akumulátor hydraulické kapaliny; 3) hydraulické čerpadlo; 4) elektromotor; 5) ovládací píst spojky; 6) ovládací písty pro volbu a řazení [16]

VÝHODY A NEVÝHODY

Výhodou převodovek tohoto typu je zcela jistě jednoduchá konstrukce vycházející z manuální převodovky, z čehož plyne poměrně nízká cena, a možnost sekvenčního řazení. Nevýhodou je však skoková změna převodů podobně jako u manuální převodovky. Převodovka sice umožňuje plně automatický režim, nicméně řazení v něm může probíhat velice dlouho. Sekvenční převodovky dříve používalo například BMW ve svých ostrých M-verzích. V současnosti se však ve větší míře nevyskytují, protože jejich největší přednost sekvenčního řazení v současné době běžně umožňují nejen dvouspojkové převodovky, ale i klasické automatické. Nicméně představují velice levnou alternativu obou typů konstrukce, proto se využívají u malých městských vozidel, kde je jejich funkce dostačující.

2.5 SAMOČINNÉ BEZSTUPŇOVÉ PŘEVODOVKY

Tato skupina převodovek se obvykle označuje anglickou zkratkou CVT (Continuously Variable Transmission), což v překladu znamená plynule měnitelný převod, nicméně ji lze zařadit do velké skupiny automatických převodovek. Poprvé tuto převodovku použila v roce 1958 nizozemská automobilka DAF, jako další se mnohem později přidaly automobilky Fiat a Ford. Použití variátorů však bylo značně omezené na menší vozidla, protože nebyly schopné přenášet velké točivé momenty. O vývoj se zásadním způsobem zasloužila společnost Schaeffler, která dodává převodovky například pro Subaru nebo Audi, v současnosti proto můžeme tyto převodovky nalézt i na větších a výkonnějších vozidlech. Tato kapitola byla zpracována pomocí [1], [2], [3], [19] a [20].



Obr. 25 CVT převodovky Subaru: 1) motor; 2) lamelová spojka; 3) kuželové řemenice; 4) článkový řetěz; 5) planetové soukolí pro zpětný chod; 6) výstupní hřídel pro pohon zadní nápravy; 7) výstup pro pohon přední nápravy [17]

Samočinné převodovky CVT se oproti manuálním převodovkám a ostatním samočinným převodovkám liší především tím, že primárně nemají pevně stanovené převodové stupně, pouze velké rozpětí mezi nejlehčím a nejtěžším převodem. V tomto rozpětí může převodovka měnit převodový poměr plynule bez rázů či trhání. Podobně jako u samočinných stupňových převodovek odpadá proces řazení, proto není nutné mít ve vozidle spojkový pedál. Jako rozjezdová spojka se používá elektronicky řízená lamelová spojka, nebo hydrodynamický měnič. Převodovka CVT (Obr. 25) pracuje na principu variátoru, jehož základem jsou dvě dělené klínové řemenice (hnací a hnaná). Pro řazení zpětného chodu je na výstupním hřídeli využíváno planetového soukolí.

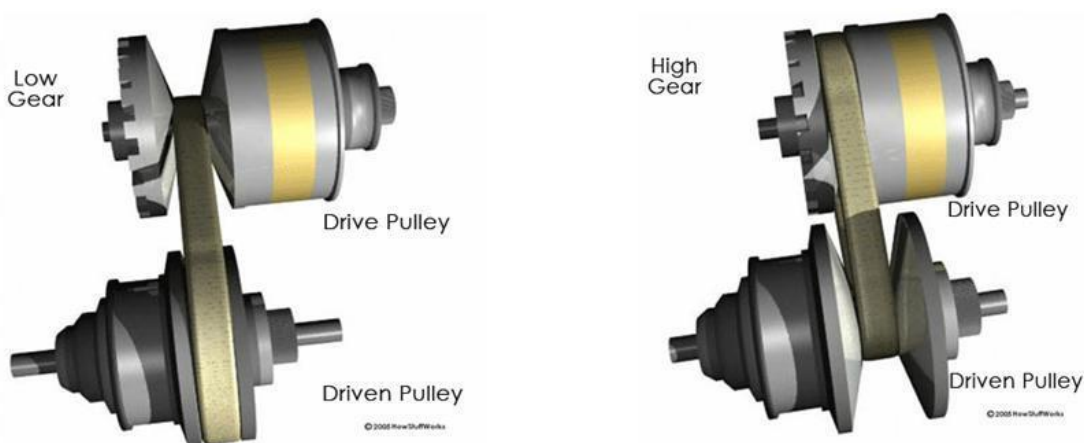
2.5.1 KONSTRUKCE A PRINCIP

Základem variátoru jsou dvě dělené klínové řemenice, primární je pevně spojená se vstupní hřídelí a je tedy hnací, sekundární je spojena výstupní hřídelí a je hnaná. Každá řemenice je složená ze dvou ocelových kotoučů, z nichž jeden kotouč je nepohyblivý a druhý může být axiálně posouván. Tímto posuvem je zajištěna plynulá regulace poloměru, který opisuje ocelový řemen, čímž je zajištěna požadovaná změna převodového poměru. Řemen přenáší točivý moment z hnací řemenice na hnanou a tím zajišťuje točivý moment na výstupní hřídeli.

Na obrázku (Obr. 26) je znázorněn princip funkce variátoru. Pro rozjezd je potřebný velký převodový poměr, na hnací řemenici opisuje řemen kružnici s nejmenším poloměrem, zatímco na hnané řemenici opisuje kružnici s největším poloměrem. Je zřejmé, že pro rychlou jízdu je to obráceně, na hnací řemenici je poloměr největší a na hnané je nejmenší. Nastavení poloměru probíhá na primární hnací řemenici a na sekundární hnané řemenici současně. Pohyblivý kužel hnací řemenice je nastavován hydraulicky na požadovaný poloměr, pohyblivý kužel hnané řemenice je pružinou tlačěn konstantní silou na ocelový řemen.



Konstantní délka řemenu pak zajišťuje, že při pohybu primární kuželu na primární řemenici dochází k pohybu kuželu na sekundární řemenici.



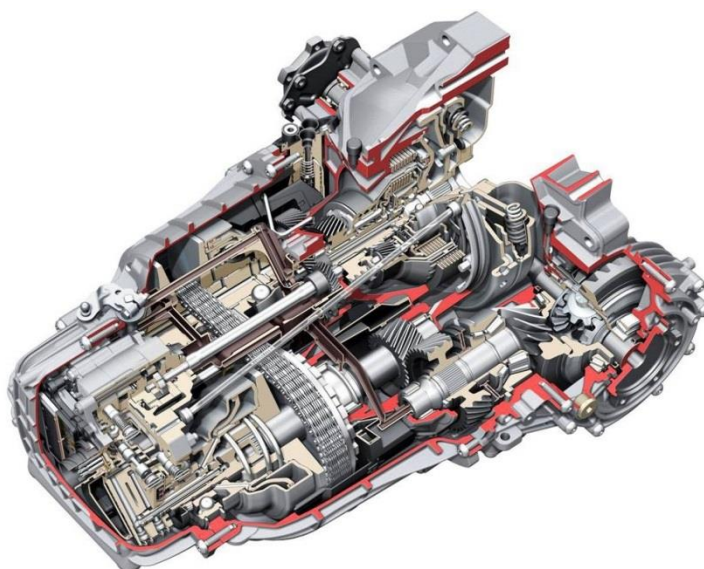
Obr. 26 Princip variátoru [19]

2.5.2 OVLÁDÁNÍ VARIÁTORU

O nastavení variátoru se stará řídicí jednotka vozidla, která vyhodnocuje aktuální rychlost vozidla, zatížení motoru, jeho otáčky, jízdní odpory a mnohé další a následně vytvoří nejlepší převodový poměr. Tímto způsobem dokáže řídicí jednotka udržovat motor v ideální oblasti otáček, ve kterých má nejlepší parametry výkonu a točivého momentu, což nám zajišťuje nejefektivnější využití paliva a snížení jeho spotřeby. Obsluha může podobně jako u klasických automatických převodovek volit různé jízdní režimy D, R, P, N, případně u výkonnějších S.

2.5.3 MULTITRONIC

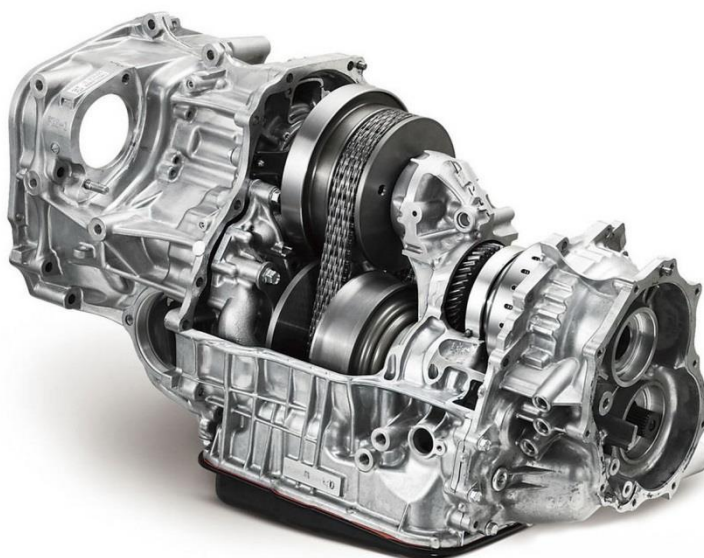
Tuto převodovku využívá automobilka Audi, o přenos točivého momentu se stará široký lamelový řetěz s plochými články. Další odlišnost představuje především hydraulické ovládání pohyblivých kuželů na obou řemenicích. Řídicí jednotka obsahuje šest virtuálních převodových stupňů, což umožňuje v režimu M manuální ovládání převodovky. Na obrázku (Obr. 27) je převodovka Multitronic od Audi, v tomto případě sloužící k pohonu pouze přední nápravy. [18]



Obr. 27 Převodovka Multitronic Audi [18]

2.5.4 LINEARTRONIC

Tuto převodovku využívá automobilka Subaru, od konkurenčních převodovek se liší použitím speciálního lamelového řetězu. Ten to typ řetězu oproti jiným dosahuje vyšší pevnosti a nižší míry tření, což způsobuje vyšší účinnost a menší spotřebu paliva. Za pomoci šesti virtuálních převodových stupňů umožňuje, obdobně jako převodovka Multitronic, manuální ovládání řazení. Na obrázku (Obr. 28) je převodovka Lineartronic od Subaru, která svou konstrukcí mimo jiné pomáhá k vytvoření stálého symetrického pohonu všech kol. [17]



Obr. 28 Převodovka Lineartronic Subaru [17]

VÝHODY A NEVÝHODY

Převodovky CVT mají jako každé řešení nějaké lepší vlastnosti, ale i horší. Mezi ty dobré patří určitě možnost plynulé regulace převodového poměru. Díky tomu je řídicí jednotka schopna udržovat motor v pásnu nejvýhodnějších otáček, přestože vozidlo může měnit svoji



rychlost. Pásmo ideálních otáček motoru nám zajišťuje nejvýhodnější hodnoty výkonu a točivého momentu motoru, tím dochází k nejefektivnějšímu využití paliva, případně pokles jeho spotřeby. Jízda s touto převodovkou je velice klidná, tichá a plynulá.

Mezi horší stránky převodovek CVT patří zejména jejich životnost, respektive životnost ocelového řetězu přenášejícího točivý moment z primární řemenice na sekundární. Nevýhodou článkového řetězu je i menší účinnost přenosu točivého momentu, která může být ještě snížena hydrodynamickým měničem. Další nevýhody budou zejména subjektivního charakteru. Především se bude jednat o monotónnost zvuku motoru, který je udržován téměř v konstantních otáčkách a samozřejmě absence řazení rychlostních stupňů.



3 NETRADIČNÍ KONSTRUKCE

3.1 FERRARI FF

Toto vozidlo představuje velkou ikonu značky Ferrari díky unikátnímu řešení pohonu všech kol, který se nazývá 4RM (4 ruote motrici), v překladu z italštiny čtyři poháněná kola. Toto řešení se na první pohled nezdá být složité, nicméně jeho vývoj trval téměř deset let, také proto si Ferrari nechalo systém patentovat. Jeho základním principem je spolupráce dvou převodovek, které jsou nezávisle na sobě spojeny přímo s motorem, z nichž primární pohání zadní nápravu a sekundární může pohánět přední nápravu. [21], [22], [23]



Obr. 29 Koncepte Ferrari FF: 1) dvanáctiválcový motor; 2) převodovka DCT v koncepci transaxle pro zadní nápravu; 3) převodovka PTU pro přední nápravu [21]

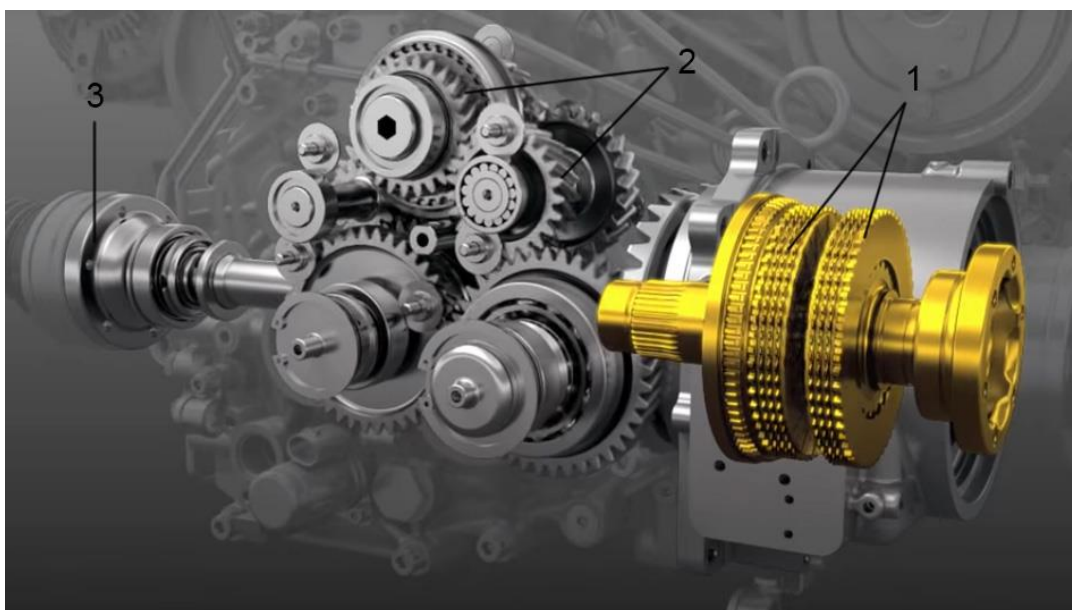
DCT

O přenos točivého momentu na kola se primárně stará sedmistupňová dvouspojková převodovka DCT (Dual Clutch Transmission), která je uložena v bloku spolu s rozvodovkou na zadní nápravě vozidla, respektive za ní (koncepte transaxle). (Obr. 29) S motorem je pak spojena jedním kloubovým hřídelem a slouží pouze k pohonu kol zadní nápravy. Popis tohoto typu převodovky byl detailněji proveden v předchozí kapitole (2.3), nicméně se jedná o převodovku, která se může chovat jako plně automatická, nebo umožňuje manuální řazení páčkami pod volantem. U této převodovky Ferrari poprvé použilo rychloběh na sedmý rychlostní stupeň pro větší hospodárnost. V rozvodovce byl použit elektronický diferenciál (E-Diff) umožňující řízenou kontrolu rozjezdu (Launch Control) pro co nejefektivnější a nejrychlejší rozjezd. Jeho nejvýznamnější funkcí je však takzvané vektorování točivého momentu, což umožňuje při průjezdu zatáčkou na vnější kolo otáčející se rychleji přenést větší část točivého momentu. Tím je získána mnohem lepší ovladatelnost při průjezdu zatáčkou.



PTU

Pro pohon přední nápravy slouží kompaktní převodové ústrojí PTU (Power Transfer Unit) s ozubenými koly (Obr. 30), dvojice víceúčelových kompozitních spojek v olejové lázni a řídicí jednotka. Dva stupně slouží pro jízdu vpřed a jeden pro jízdu vzad. Tento systém je plně automatický a je hlavní součástí pohonu všech kol zajišťující jeho správnou funkci, zejména vyrovnávání otáček předních kol vůči zadním při daném převodovém stupni. První převodový stupeň PTU spolupracuje s prvním a druhým stupněm převodovky DCT, druhý spolupracuje se třetím a čtvrtým stupněm DCT. Zpětný chod převodovky PTU pak samozřejmě spolupracuje se zpětným chodem DCT, přičemž proti rychlostem vpřed oba mají stejný převodový poměr. Dvojice spojek zajišťuje vyrovnávání otáček neustálým prokluzem při řazení v jednotlivých převodovkách. Tím že jsou spojky nezávisle na sobě spojeny s příslušnými koly, plně nahrazují funkci diferenciálu použitého na zadní nápravě a umožňují také vektorování točivého momentu.



Obr. 30 Převodové ústrojí PTU: 1) Dvojice lamelových spojek; 2) Převody; 3) Kloubový hřídel pro pravé kolo [21]

Pohon všech kol je tedy omezen do čtvrtého rychlostního stupně převodovky DTC, respektive do rychlosti 100 km/h, a to pouze při ztrátě adheze zadních kol. Při rychlostech nad tuto hranici a použití pátého, šestého a sedmého stupně je k pohonu využito pouze zadních kol. Ferrari FF se tak většinu času chová jako klasické auto typu GT (Gran Turismo), luxusní, s vysokým výkonem, rychlé a určené především pro dlouhé cesty. Pohon předních kol za běžných podmínek na suché vozovce vůbec nevyužívá, snad jen krátkodobě při velmi ostré jízdě, přičemž točivý moment přenášený přední nápravou je do 10% z celkového. Při jízdě na mokré vozovce má systém dlouhodobější účinky a podíl může pohybovat okolo 20%, na sněhu a nebezpečné vozovce může být podíl větší.



VÝHODY A NEVÝHODY

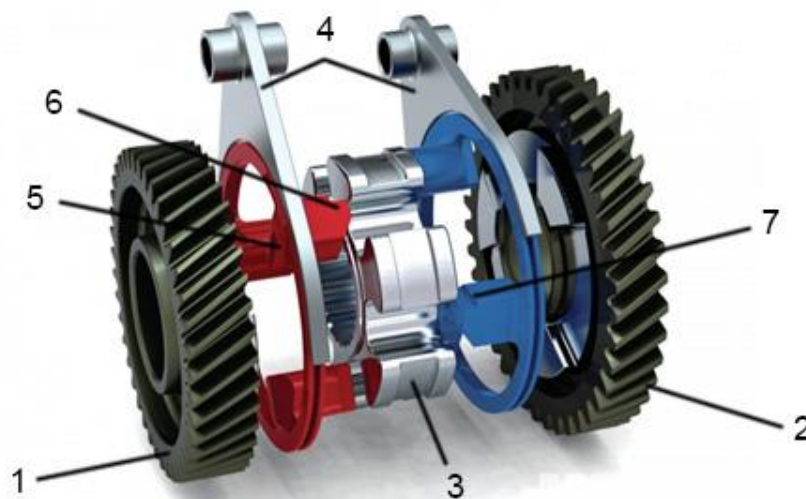
Vývojem tohoto systému se Ferrari zabývalo zejména proto, že jim dalo možnost vytvořit auto typu GT s pohonem zadních kol a současně možnost využití pohonu všech kol při zhoršených jízdních podmínkách, čímž je zajištěna mnohem větší praktičnost modelu. Výhod má toto řešení několik, má výrazně menší zástavbové rozměry než klasická koncepce pohonu všech kol, umožňuje tak nižší posazení motoru a je o polovinu lehčí. Největší výhodou je však možnost řízení toku točivého momentu na jednotlivá kola podle jejich přilnavosti a tím zlepšené jízdní vlastnosti. Naopak největším problémem tohoto řešení je cena, která je mnohonásobně větší než u klasické koncepce pohonu všech kol, nicméně cenu vozidla značky Ferrari to neovlivní žádným výrazným způsobem.

3.2 ZEROSHIFT

Zeroshift je název britské společnosti zabývající se vývojem, konstrukcí a výrobou stejnojmenné převodovky. Konstrukčním základem je manuální převodovka, proto bývá označována jako automatizovaná manuální převodovka AMT (Automatic Manual Transmission), naopak největší odlišností od manuální převodovky je schopnost bez přerušení přenášet točivý moment. Klasické zubové spojky se synchronizačním systémem jsou nahrazeny systémem jader a přesuvníků, které mají taktéž za úkol pevně spojit kola jednotlivých převodových stupňů s hnaným hřídelem a zajistit tak přenos točivého momentu. Vývoj těchto převodovek byl zahájen zejména pro použití v monopostech formule F1 a následně byl testován i na závodních motocyklech. Zpracováno pomocí [24], [25] a [26].

KONSTRUKCE

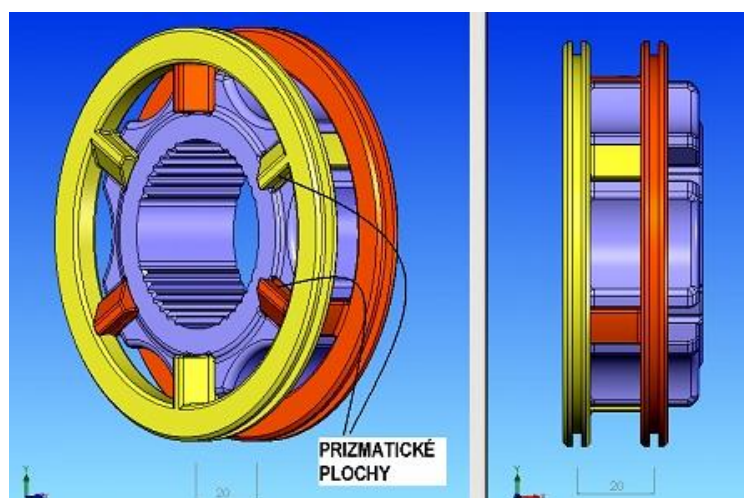
Základem této převodovky je klasická manuální dvouhřídelová převodovka, na vstupním hřídeli jsou předlohy jednotlivých převodových stupňů pevně spojeny s hřídelem. Na výstupním se nachází ozubená kola jednotlivých převodových stupňů, které se mohou volně otáčet na ložiscích, tím podobnost s manuální převodovkou prakticky končí. Na obrázku (Obr. 31) jsou vidět základní konstrukční prvky. Místo zubové spojky se zde nachází jádro, které zajišťuje díky drážkování pevné spojení s výstupním hřídelem a umožňuje axiální posuv dvojicí přesuvníků. Každý přesuvník je opatřen trojicí trnů zajišťující axiální posuv v příslušných drážkách jádra, které mají na obou koncích dva typy úkosů, negativní sloužící k vyřazení a prizmatický udržující posuvník v záběru s kolem. Ozubená kola jsou opatřena řadicími kameny, které tvoří otisky prizmatických ploch a slouží tak pro vytvoření záběru. Změnou polohy přesuvníků pak zajišťujeme schopnost využití obou akceleračních nebo deceleračních zámků na dvou sousedních stupních současně, případně jejich kombinaci na jednom převodovém stupni.



Obr. 31 Konstrukční prvky Zeroshift: 1) ozubené kolo převodu 1; 2) zubené kolo převodu 2; 3) jádro; 4) přesuvníky; 5) decelerační zámky převodu 1; 6) akcelerační zámky převodu 2; 7) akcelerační zámky převodu 1 [24]

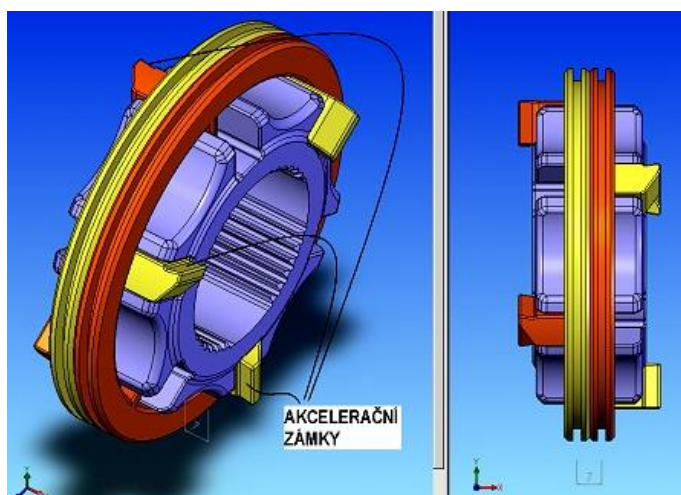
FÁZE ŘAZENÍ

Princip řazení je vysvětlen na sedmistupňové převodovce monopostu formule F1 při akceleraci ze čtvrtého na pátý rychlostní stupeň. Přestože je tato převodovka schopna kontinuálního přenosu točivého momentu a řadí téměř v nulovém čase, má řazení určitý průběh, který lze rozdělit do čtyř hlavních částí. V první fázi (Obr. 32) se nachází oba přesuvníky zcela vlevo, tím je zajištěno pevné spojení se čtvrtým rychlostním stupněm při akceleraci i brždění motorem. [26]



Obr. 32 První fáze řazení – zařazený čtvrtý stupeň [26]

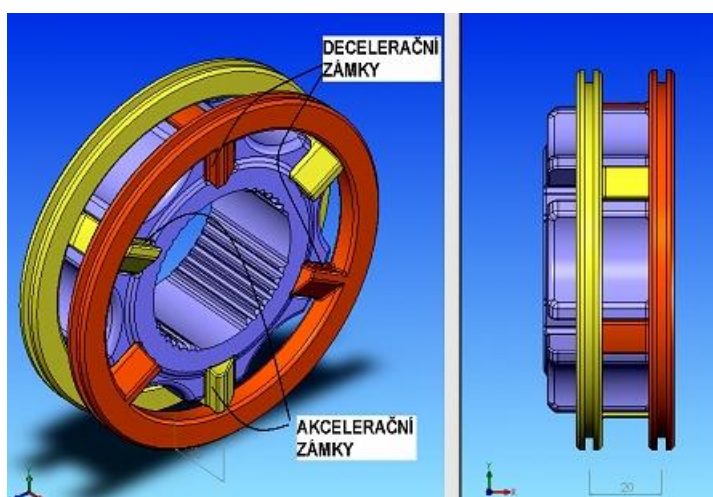
Ve druhé fázi (Obr. 33) je pomocí červeného přesuvníku zařazen stále čtvrtý stupeň, zatímco žlutý sloužící pouze k deceleraci může být snadno přesunut k pátému stupni. Při kontaktu akceleračních zámků žlutého přesuvníku a kamenů ozubeného kola dojde k akceleraci na pátý stupeň.



Obr. 33 Přechod druhé a třetí fáze [26]

Ve třetí fázi (Obr. 33) dojde vlivem pevného spojení s pátým stupněm k urychlení jádra a samovolnému vyrazení červeného přesuvníku díky negativnímu úkosu.

V poslední čtvrté fázi (Obr. 34) dojde ke kontaktu deceleračních zámků červeného přesuvníku s ozubeným kolem pátého stupně. Tím je zajištěna možnost akceleraace a brždění motorem na pátém převodovém stupni.



Obr. 34 Čtvrtá fáze – zařazený pátý stupeň [26]

Z principu funkce můžeme říci, že přesuvníky které jsou od převodového stupně vzdálenější, mají pro tento převodový stupeň funkci akcelerační, zatímco přilehlé plní funkci decelerační. Jednotlivé fáze řazení popsané výše platí pouze při řazení dvou sousedních převodů, kdy geometrie jádra, jednotlivých přesuvníků a jejich úkosů zamezí vzniku havárie. Problém však nastává při řazení mezi jednotlivými jádry, zde by mohlo současně dojít k pevnému spojení dvou rozdílných převodů a tím k neodvratné destrukci převodovky. Z tohoto důvodu musí být bezpodmínečně zajištěno, že při řazení musí nejdříve dojít k vysunutí přesuvníku zajišťujícího deceleraci aktivního stupně, respektive při podřazování musí nejdříve dojít k vysunutí přesuvníku zajišťující akceleraci aktivního stupně, což by mohlo být považováno za nultou fázi řazení.



VÝHODY A NEVÝHODY

Převodovka Zeroshift má hned několik výhod, obecně by se dalo hovořit o spojení výhod manuální a automatické převodovky. Hlavní výhodou je samozřejmě bezprodlevové řazení zajišťující kontinuální tok točivého momentu, dále pak určitě vysoká účinnost přenosu podobně jako u manuálních okolo 98%, jednoduchá konstrukce a možnost úspory váhy. Na vlastní proces řazení je pak zapotřebí mnohonásobně menších ovládacích sil než u ostatních typů převodovek. Nevýhodou však je nutnost velice přesně hlídat nejen polohu přesuvníků ale i jednotlivé okamžiky řazení, což vyžaduje precizní funkci řídicí jednotky a velice přesné ovládání jednotlivých přesuvníků. Na druhou stranu tím získáváme možnost elektronického, pneumatického nebo hydraulického řízení, což ve spojení s nenáročnou výrobou umožňuje použití v motocyklech, běžných vozidlech, hybridech, sportovních vozidlech ale i v autobusech nebo nákladních vozidlech.

V současné době se tyto převodovky objevují v monopostech formule F1, některých sportovních autech a v závodních motorkách. Nicméně toto řešení má do budoucna velký potenciál a zcela jistě by mohlo ovlivnit běžně používané převodové systémy v daleko větší míře než doposud.



ZÁVĚR

Tato bakalářská práce je zpracována jako rešerše na moderní trendy převodových systémů osobních automobilů. V první kapitole jsou uvedeny základní požadavky, které musí splňovat každá převodovka. Poté následovalo rozdělení vozidlových převodovek podle druhu řazení rychlostních stupňů, podle způsobu změny převodového poměru a podle druhu převodů. V bakalářské práci je potom použito rozdělení na manuální, samočinné stupňové a samočinné bezstupňové převodovky.

Podle zvoleného rozdělení je hlavní část bakalářské práce zaměřena na podrobný popis jednotlivých konstrukčních řešení. U každé konstrukce je popsán přenos točivého momentu mezi vstupním a výstupním hřídelem a způsob ovládání obsluhou. Jako první jsou popsány manuální převodovky. Jsou uvedeny rozdíly mezi dvouhřídelovou a tříhřídelovou převodovkou, dále jsou popsány mechanismy řazení, synchronizace a ovládání. Přednostmi této skupiny jsou především poměrně jednoduchá konstrukce, velmi dobrá účinnost a cena. Naopak nevýhody představují skoková změna rychlostních stupňů a omezený počet rychlostních stupňů.

Nejrozsáhlejší skupinu představují samočinné stupňové převodovky, které je možné dále dělit. Prvním zástupcem jsou automatické převodovky konvenční konstrukce, které představují nejrozšířenější typ automatické převodovky. Podrobně je popsána funkce hydrodynamického měniče a planetového soukolí. Plynulá a hladká jízda, řazení pod zatížením a bez větších obtíží devět rychlostních stupňů představují hlavní výhody této konstrukce, zatímco užití měniče má za následek menší účinnost a vysokou cenu. Dalším zástupcem jsou dvouspojkové převodovky, ty jsou zejména v posledních letech velice oblíbené. Tato konstrukce spojuje výhody manuální převodovky a automatické převodovky konvenční konstrukce. Největšími přednostmi jsou především plynulé a velice rychlé řazení, dobrá účinnost a možnost řazení pod zatížením. Jedinou podstatnou nevýhodou představuje cena. Posledním zástupcem jsou robotizované manuální převodovky, tato konstrukce se však již nevyskytuje ve větším počtu. Stále se však s výhodou využívají u malých městských vozidel, kde zastávají pozici levné alternativy automatické převodovky. Výhodami jsou poměrně jednoduchá konstrukce a dobrá účinnost, nevýhody jsou podobné jako u manuálních převodovek skoková změna převodů a jejich omezený počet.

Poslední popisovanou skupinu představují samočinné bezstupňové převodovky, už z názvu je patrný rozdíl proti předchozí skupině. Tato skupina pracuje na principu variátoru, kde nejsou pevně stanovené převody, pouze určitý rozsah mezi maximálním a minimálním převodovým poměrem. Největší předností je samozřejmě naprosto plynulá jízda a možnost plynulé změny převodového poměru i při konstantních otáčkách motoru. Největší slabinu představuje životnost článkového řetězu variátoru a samozřejmě cena.

V poslední kapitole byly popsány dvě netradiční konstrukce. První představuje unikátní řešení pohonu všech kol pomocí dvou mechanicky nezávislých převodovek. Toto řešení se objevilo u vozidla Ferrari FF a vedlo úspoře poloviny hmotnosti proti klasickému pohonu všech kol. Umožnilo také nižší posazení motoru, což je u sportovních vozů žádoucí. Problémem je poměrně složité řízení a mnohonásobně vyšší cena. Druhá konstrukce, Zeroshift, představuje speciální úpravu manuální převodovky. Tato úprava umožňuje snadné ovládání řadicích elementů elektro hydraulicky vedoucí k sekvenčnímu řazení. Vlastní řazení potom probíhá bez přerušení toku točivého momentu a téměř okamžitě. Tyto převodovky jsou používány u sportovních vozidel nebo ve formuli F1.



Vývoj v oblasti převodových systému je do jisté míry závislý na vývoji pohonných jednotek a jejich ideálním využití. V současné době se stále častěji objevují vozy s hybridními pohony, případně čisté elektromobily. Velice populární jsou plug-in hybridní sportovní vozidla, která představují současný vrchol této technologie. Na převodovky tak vznikají další náročné požadavky, jednak přenášením velkých točivých momentů a jednak správné funkce při použití jednotlivých typů pohonů. Plug-in hybridní technologie totiž umožňuje vozidla pohánět třemi způsoby. Pohon pouze elektromotorem pro ekonomickou jízdu například po městech a pohon spalovacím motorem pro běžný provoz. Poslední možnost je spolupráce obou pohonů pro zisk maximálního výkonu a točivého momentu. Další systémy potom umožňují využívat brzdnou energii, případně přebytečnou energii spalovacího motoru, pro nabíjení baterií elektromotoru.

Vývoj se však netýká pouze vozidel s hybridními pohony, v poslední době je velikým trendem navyšování počtu rychlostních stupňů, dá se tedy předpokládat, že do budoucna tento trend bude i nadále přetrvávat. Z hlediska komfortu a dynamiky jízdy postačuje šest stupňů, další stupně automobilky přidávají pouze kvůli emisním testům, kde je žádoucí udržovat motor pokud možno v co nejmenším rozsahu otáček. Kvůli zachování určité jednoduchosti ovládání a řazení tak přicházejí ke slovu stále častěji automatické převodovky. Automatizace má nesporné výhody, snaží se udržovat motor v ideálních otáčkách, zkracuje čas řazení a v neposlední řadě zvyšuje komfort obsluhy. Manuální ovládání například přepínači pod volantem do jisté míry nahrazuje řazení řadicí pákou a zejména u výkonných vozů navíc umocňuje zážitek z jízdy. Ovládání manuální převodovky však stále má svůj osobitý charakter, který automatická převodovka nahradit nemůže, a ne každý řidič má zájem o něho přijít. To je hlavní důvod, proč automobilka Porsche má ve své nabídce stále manuální převodovky. Mezi výrobci sportovních vozidel tak mají určitou výhodu.

Dle mého názoru bude stále výraznějším způsobem přibývat automatických převodovek. Je dokonce možné, že někteří výrobci automobilů zcela přestanou nabízet manuální převodovky. Přesto by však neměly manuální převodovky zcela zmizet právě kvůli své jednoduchosti a nízké ceně. Vývoj dvouspojkových převodovek je slibný nicméně z hlediska možného počtu stupňů bude vývoj patřit pravděpodobněji konvenční konstrukci automatu, která zřejmě brzy bude moci nabídnout i jedenáct stupňů.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] JAN, Zdeněk, ŽDÁNSKÝ, Bronislav a ČUPERA, Jiří. *Automobily (2): Převody*. Brno: Avid, spol. s r.o., 2009. 155 s. ISBN 978-80-87143-12-4.
- [2] VLK, František. *Převody motorových vozidel: Spojky Převodovky Rozvodovky Diferenciály Hnací hřídele Klouby*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 371 s. : il. ISBN 80-239-6463-1.
- [3] VLK, František. *Lexikon moderní automobilové techniky*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2005, 344 s. ISBN 80-239-5416-4.
- [4] BUREŠ, David. Budoucnost Porsche: Konec sedmistupňového manuálu? *AUTO.CZ* [online]. 2016 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/budoucnost-porsche-konec-sedmistupnového-manualu-98876>
- [5] Automatické převodovky: Trendy v jejich konstrukci. *Svět motorů* [online]. 2014 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/automaticke-prevodovky-trendy-konstrukci-80792>
- [6] BRAUN, Peter. *MEET THE NEW TRANSMISSION TECH QUITE LITERALLY: DRIVING YOUR CAR FORWARD* [online]. 2015 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://www.digitaltrends.com/cars/road-rave-the-wide-world-of-modern-transmissions/>
- [7] ČERMNÁK, Ladislav. *Převodovka Mercedes-Benz 9G-Tronic: Devětkrát lepší* [online]. 2014 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/prevodovka-mercedes-benz-9g-tronic-devetkrat-lepsi-81576>
- [8] Stars by ZF: ZF Friedrichshafen AG. *ZF Friedrichshafen AG* [online]. [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: http://www.zf.com/corporate/en_de/products/stars_by_zf/sbzf_cars/index.html
- [9] CSERE, Csaba. 10 Things to Know About the New Ford/GM 10-Speed Automatic Transmission. *CAR AND DRIVER* [online]. , 11 [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: <http://www.caranddriver.com/flipbook/10-things-to-know-about-the-new-fordgm-10-speed-automatic-transmission#1>
- [10] SAJDL, Jan. Převodovka DSG. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/prevodovka-dsg/>
- [11] Porsche modely: Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG. *Porsche InterAuto* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <https://auto.porsche.cz/modely>
- [12] COSTELLO, Mike. Meet ZF and Porsche's new eight-speed DCT. *CarAdvice* [online]. 2017 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.caradvice.com.au/527515/meet-zf-and-porsches-new-eight-speed-dct/>
- [13] The most compact dual-clutch transmission in the world. *GETRAG* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.getrag.com/en/products/powershift/6dct150/6dct150.html>



- [14] NAYLOR, Sam. *Gearbox wars: Honda patents 11-speed triple-clutch unit* [online]. 2016 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://www.msn.com/en-gb/cars/news/gearbox-wars-honda-patents-11-speed-triple-clutch-unit/ar-BBvWosG>
- [15] SAJDL, Jan. *Převodovka ASG*. *Autolexicon.net* [online]. 2012 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/prevodovka-asg/>
- [16] SUZUKI AUTO'S NEXT-GENERATION AUTOMATED MANUAL TRANSMISSION GETS THE THUMBS UP. *ABr Motoring* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://abrmotoring.co.za/index.php/press-releases/1838-suzuki-auto-s-next-generation-automated-manual-transmission-gets-the-thumbs-up>
- [17] SAJDL, Jan. *Lineartronic*. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/lineartronic/>
- [18] SAJDL, Jan. *Multitronic*. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/multitronic/>
- [19] QURESHI, Ahmed Murtaza. *Types of CVT's (Continuously Variable Transmission) in the World Today: Types of CVT's in the World Today* [online]. 2011 [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <http://engineeringlearning.blogspot.cz/2011/06/types-of-cvts-continuously-variable.html>
- [20] LALE, Shubham. *How many types of transmission systems can be used in a automobile vehicle?* [online]. [cit. 2017-01-26]. Dostupné z: <https://www.quora.com/How-many-types-of-transmission-systems-can-be-used-in-a-automobile-vehicle>
- [21] VOKÁČ, Luděk. *Zadokolka s pohonem 4x4: unikátní Ferrari FF pod lupou* [online]. 2011 [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/zajimavy-pohon-vsech-kol-noveho-ferrari-ff-fj8-/automoto.aspx?c=A110320_145646_automoto_vok
- [22] AUSTIN, Michael. *Funky Four: Explaining the Ferrari FF's Two-Gearbox Four-Wheel-Drive System* [online]. 2011 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://blog.caranddriver.com/funky-four-explaining-the-ferrari-ffs-two-gearbox-four-wheel-drive-system/>
- [23] Ferrari FF: Revolutionary 12 - Cylinder. *Ferrari Auto: Official Site* [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: http://auto.ferrari.com/en_en/sports-cars-models/past-models/ff/#
- [24] MIHÁLIK, Miro. *Převodovka Zeroshift chce poslat DSG na smetiště dějin* [online]. 2011 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/technika/prevodovka-zeroshift-chce-poslat-dsg-na-smetiste-dejin/>
- [25] *ZEROSHIFT* [online]. [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.zeroshift.com>
- [26] RICHTER, Tomáš. *Novoroční speciál: bezprodlevová převodovka* [online]. 2008 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: http://www.formule.cz/formule/index.php?obsah=zobraz&id_clanku=10571



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AGS	Automated Gear Shift
AMT	Automated Manual Transmission
ASG	Automatisiertes Shaltgetriebe
CO ₂	Carbon Dioxide
CVT	Continuously Variable Transmission
DCT	Dual Clutch Transmission
DKG	Doppelkupplungsgetriebe
DSG	Direct Shift Gearbox
DSP	Dynamic Shift Program
GM	General Motors
PDK	Porsche Doppelkupplungs
PTU	Power Transfer Unit
VW	Volks Wagen